İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE 4D-CAD UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE UYGULAMA ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş. Müh. Fidan ERDOĞAN

Anabilim Dalı : İnşaat Mühendisliği

Programı : Yapı İşletmesi

HAZİRAN 2009

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE 4D-CAD UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE UYGULAMA ÖRNEĞİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fidan ERDOĞAN
(501071156)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2009
Tezin Savunulduğu Tarih : 03 Haziran 2009

Tez Danışmanı : Dr. Murat KURUOĞLU (İTÜ)
Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Uğur MÜNGEN (İTÜ)
Doç. Dr. Rahmi N. ÇELİK (İTÜ)

HAZİRAN 2009

ÖNSÖZ

Türkiye'de uygulamalarına hemen hemen hiç rastlanmayan 4D CAD (iş programı+3 boyutlu model simülasyonu) yazılımlarının geliştirilmesinde ve ülkemiz inşaat sektörü içerisinde tanıtımının vesile olmasını sağlamadaki hedefimizden yola çıkarak; tezimde ve bunun dışında her zaman yanımda olan desteğini ve sabrını üzerimden esirgemeyen danışmanım Dr. Murat Kuruoğlu'na, çalışmalarımdaki yardım ve desteğinden, her zaman gösterdiği fedakarlıktan dolayı Dr. Ümit Işıkdağ'a, verdiği destekten dolayı Doğuş İnşaat ve Ticaret A.Ş. Genel Müdürü İnş.Yük.Müh. Atilla Barutçu'ya, uygulamada kullandığım program lisansını veren ve yardımlarını esirgemeyen Synchro Ltd. Şirketine, GS Seyrantepe Stad İnşaatı Proje Müdürü İnş.Müh. Çetin Yalın'a, katkıda bulunan İnş.Müh. Pelin Kiren, Mimar Taner Atılgan, İnş.Müh. Ahmet Ahmetoğlu, Doğuş İnşaat ve Tic. A.Ş. Teklif Departmanı'ndan İnş.Yük.Müh. İzzet Kohen ve GS Seyrantepe Stad İnşaatı çalışma arkadaşlarıma, beni bugünlerime kadar getiren maddi – manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen aileme ve son olarak da hem varlığıyla hem de desteğiyle her zaman yanımda olan Doruk Aygökçe'ye bu vesileyle teşekkür etmeyi borç bilirim.

Haziran, 2009 Fidan ERDOĞAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ... **iii**
KISALTMALAR ... **vii**
ÇİZELGE LİSTESİ ... **ix**
ŞEKİL LİSTESİ ... **xi**
ÖZET ... **xiii**
SUMMARY ... **xv**
1. GİRİŞ ... **1**
1.1 Giriş ... 1
1.2 Araştırma Yöntemi ... 2
1.2.1 Amaç ve hedefler ... 2
1.2.2 Kullanılan araştırma yöntemleri ... 3
1.2.3 Tez içeriği ... 4
2. İNŞAAT PROJE YÖNETİMİ VE PLANLAMA ... **7**
2.1 Proje Yönetiminde Temel Kavramlar ... 7
2.2 İnşaat Projelerinde Planlama ... 9
2.2.1 Genel kavramlar ... 9
2.2.2 Planlamanın karakteristikleri ... 13
2.2.3 Planlama düzeyleri ... 13
2.2.4 CPM: Kritik yol metodu ... 15
2.3 Planlama Sürecinde Bilişim ... 19
2.3.1 Temel kavramlar ... 19
2.3.2 Planlama sürecinde kullanılacak yazılımların özellikleri ... 21
2.3.3 Örnek yazılımlar ... 23
2.3.3.1 Primavera Project Planner 24
2.3.3.2 Microsoft Project 24
3. 4D CAD: TEMEL KAVRAMSAL ÇERÇEVE ... **25**
3.1 Temel Kavramlar ... 25
3.2 4D CAD Yaklaşmın Doğuşu ... 27
3.3 4D CAD Yaklaşımının Faydaları ... 29
3.3.1 Ekonomik faydalar ... 32
3.3.2 Karar sürecindeki faydalar ... 33
3.3.3 İletişim ve organizasyondaki faydalar ... 33
3.3.4 Planlamadaki faydalar ... 33
3.3.5 Yapım sürecindeki faydalar ... 33
3.3.6 Uygulamacılara faydaları ... 35
3.3.7 Bina ve iş güvenliği yönünden faydalar ... 35
3.3.8 Kıyaslama imkanı yönünden faydalar ... 36
3.3.9 RFID ve 4D CAD' in faydaları ... 36
3.3.10 Yatırım geri dönüşümü'nün sağlanması ... 36
3.4 4D CAD'in Faydalarına Yönelik Yapılmış Örnek Bir Çalışma ... 36

4. 4D CAD UYGULAMA ÇERÇEVESİ 41
4.1 4D CAD Yazılımları 41
4.1.1 Takvim Simülatörü - Bentley sistemleri 43
4.1.2 SmartPlant®- Intergraph Incorporated 43
4.1.3 Project Navigator 2000 - VirtualSTEP 43
4.1.4 FourDviz – BALFOUR Technologies LLC/Infinity Technologies 44
4.1.5 Vico Software 45
4.1.6 SYNCHRO yazılımı 45
4.1.7 NAVİSWORKS yazılımı 46
4.1.8 4D CAD Yazılımlarında ortak noktalar: 47
4.2 Kullanım ve Fonksiyonlar 47
4.2.1 Temel çerçeve 47
4.2.2 4D CAD Program kullanım kısıtları 50
4.2.3 4D'yi Kimler kullanabilir? 52
4.2.4 4D'de Raporlama 53
4.2.5 Projelerin güncellenmesi 53
4.2.6 Örnek 4D CAD uygulamaları 54
5. VAKA ÇALIŞMASI 61
5.1 GS Seyrantepe Stad İnşaatı 61
5.1.1 Stadyumun adı ve tanımı 61
5.1.2 Stad Projesi'nin nitelikleri 62
5.1.2.1 Stad'ın boyutları 62
5.1.2.2 Saha ve tribünler 63
5.1.2.3 Stad'ın çatısı 64
5.2 Galatasaray Seyrantepe Stadı İnşaatı'nda 4D CAD Uygulama Kurulumu Karar Süreci 64
5.2.1 SWOT Analizi tekniği 65
5.2.2 SWOT Analizinin Stad İnşaatı'nda 4D CAD Yazılımı'nın kurulum kararı için uygulanması 67
5.2.3 Güç alanı analizi tekniği 71
5.2.4 Güç alanı analizinin kurumsal uygulaması 71
5.3 GS Seyrantepe Stadı İnşaatı'nda 4D CAD Uygulaması 73
5.3.1 Temel çerçeve 73
5.3.2 İş programı ve CAD çizimlerinin oluşturulması 74
5.3.3 Synchro programı ile 4D CAD modeli'nin oluşturulması 84
5.3.4 4D CAD yazılımının proje çerçevesinde kullanımı 94
5.4 Pareto Analizi Tekniği 101
5.4.1 Pareto analizinin kurumsal uygulaması 102
6. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ 105
6.1 Hedef 1: Özet ve Değerlendirme 106
6.2 Hedef 2: Özet ve Değerlendirme 107
6.3 Hedef 3: Özet ve Değerlendirme 108
6.4 Hedef 4: Özet ve Değerlendirme 109
6.5 Bitirirken 109
KAYNAKLAR 111
EKLER 117
ÖZGEÇMİŞ 133

KISALTMALAR

CPM	**:** Critical Path Method- Kritik Yol Yöntemi
PERT	**:**Program Evaluation and Review Technique- Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği
P3	**:** Primavera Project Planner
IVE	**:** Immersive Virtual Enviroment- 3 Boyutlu Sanal Görünüm
4D CAD	**:** İş Programı+ 3 boyutlu çizim
VR	**:** Virtual Reality- 3 Boyutlu Ortama Verilen Ad
IFC	**:** Industry Foundation Classes

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 : Çoklu kısıtlarla genel süreci planlama tekniği 15
Çizelge 2.2 : CPM Tekniğinde Karşılaşılan Kısıtlar 18
Çizelge 3.1 : 4D Simülasyon uygulaması için nitelik gereksinimleri 29
Çizelge 3.2 : 4D CAD kullanmanın diğer geleneksel yöntemlerden olan CPM ' e göre avantajları 32
Çizelge 4.1 : Ticari 4D Programlarının teknik açıdan karşılaştırılması 42
Çizelge 4.2 : Görsel 4D CAD ve 4D araçlarının sınırları ve çözüm önerileri 52
Çizelge 5.1 : Türk inşaat sektörü SWOT analizi 67
Çizelge 5.2 : 4D CAD SWOT Analizi 68
Çizelge 5.3 : 4D CAD – Primavera Project Planner Uygulama Seçiminde Güç Alanı Analiz Yöntemi Uygulama Sonuçları 72
Çizelge 5.4 : 4D Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlarla Yapılan Pareto Analizi Sonuç Çizelgesi 103

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Çalışma Akış Diyagramı 5
Şekil 2.1 : Proje Yönetimi Unsurları 8
Şekil 2.2 : Hiyerarşi Bağlantı Detayları 8
Şekil 2.3 : İnşaat Planlama Süreçleri 9
Şekil 2.4 : 4D CAD Modelinin Kavramsal Yapısı 23
Şekil 3.1 : 4D Çalışma Planı 26
Şekil 3.2 : 4D CAD Çalışma Prensibi 26
Şekil 3.3 : 4D CAD Simülasyonu kullanılarak planlanmamış değişikliklerin değerinin saptanması 28
Şekil 3.4 : HUT-600 uygulama modelinden farklı yapım aktivitelerine ait görünüm 30
Şekil 3.5 : Gruplandırmaya örnek bir kesit görünüşü 31
Şekil 3.6 : Aktiviteler arası çakışmaya bir örnek 34
Şekil 3.7 : Çalışma alanı içerisindeki çakışmaların sınıflandırılarak derecelendirilmesine yönelik teorik bir yaklaşım 35
Şekil 3.8 : Adım adım evin alt bölümünün montajı 37
Şekil 3.9 : Adım adım evin üst bölümünün montajı 37
Şekil 3.10 : Uygulamada kullanılan proje görünüşünden kesit 38
Şekil 3.11 : Adım adım evin alt bölümünün montajı 38
Şekil 3.12 : Adım adım evin üst bölümünün montajı 38
Şekil 3.13 : 2D Katılımcılarının Çalışması 39
Şekil 3.14 : 4D Katılımcılarının Çalışması 39
Şekil 4.1 : SmartPlant® Intergraph Incorporated yazılım görüntü penceresi…….. 43
Şekil 4.2 : Örnek bir şehir uygulama çalışmasından görüntü …..…… 44
Şekil 4.3 : Vico Software Yazılımından Kesitler 45
Şekil 4.4 : Synchro Yazılım Uygulama Penceresinden bir görüntü 46
Şekil 4.5 : Navisworks Yazılım Uygulama Penceresinden bir görünüş 47
Şekil 4.6 : 3 Boyutlu planlar dahilinde 4D 'nin geliştirilmesi. 49
Şekil 4.7 : Uygulama çalışmalarından örnekler 50
Şekil 4.8 : 4D CAD Çalışma Sistematiği 54
Şekil 4.9 : Walt Disney konser salon projesinden örnek görüntüler 55
Şekil 4.10 : Lynchburg Genel Hastanesinden bir görüntü 55
Şekil 4.11 : Logan Uluslararası Havalimanından bir görüntü 56
Şekil 4.12 : Heathrow Havalimanından bir görüntü 57
Şekil 4.13 : Jumbo alış-veriş merkezinden bir görüntü 58
Şekil 4.14 : Reimarintorni projesinden bir görüntü 58
Şekil 4.15 : Pekin Stadından bir görünüm 59
Şekil 5.1 : Stad Boyut Görünümü 63
Şekil 5.2 : Seyrantepe Türk Telekom Arena iç görünüş 64
Şekil 5.3 : Aktivite Süre ve Bağlantı Takip Şeması 75

Şekil 5.4 : Stad Vaziyet Planı 79
Şekil 5.5 : E Blok Kesit Görünüşü..... 81
Şekil 5.6 : Stad Enkesiti..... 82
Şekil 5.7 : 3 boyutlu modelden bir görünüş..... 83
Şekil 5.8 : Synchro Yazılım Ana Penceresi..... 84
Şekil 5.9 : Synchro yazılım penceresinden stad modellemesine ait bir görünüm . 85
Şekil 5.10 : İş Programı Veri Aktarım Penceresinden Görüntü 86
Şekil 5.11 : Primavera İş Programı Bilgilerini Yansıtan Görüntü..... 87
Şekil 5.12 : Kritik Yol Aktivitelerini Gösteren Görünüm 88
Şekil 5.13 : ktivite Bağ Hatası Uyarı Penceresi 89
Şekil 5.14 : Kaynak Penceresi Görünümü..... 90
Şekil 5.15 : Maliyet Gösterim Pencereleri..... 91
Şekil 5.16 : Synchro Yazılımı Bilgi Pencereleri..... 92
Şekil 5.17 : İmalat Tamamlanma Durumu Gösterimi..... 92
Şekil 5.18 : İmalat Sapma Detay Penceresi 93
Şekil 5.19 : Stad İş Programı Primavera Project Planner'dan Görünüm 94
Şekil 5.20 : Synchro Yazılımı İçindeki Kod Tablosu Özeti 95
Şekil 5.21 : Synchro yazılımı İçindeki ISKO Kod Yapısına ait Görünüm..... 95
Şekil 5.22 : Synchro Yazılımı KAT Kod Yapısına Ait Bir Görünüm..... 96
Şekil 5.23 : Synchro Yazılımı BLOK Kad Yapısı Açılımına Ait Bir Görünüm 97
Şekil 5.24 : Synchro Yazılımı Blok Kod Yapısına Ait Özet Görünümü..... 98
Şekil 5.25 : Synchro Yazılımında Tüm Kodların Detay Görünümleri 98
Şekil 5.26 : Synchro Yazılımı Detay Gösterimleri..... 99
Şekil 5.27 : Synchro yazılımında Stad İnşaatının Başlangıç ve Bitiş Tarihlerinden Görünümler 100
Şekil 5.28 : Bir Pareto Diyagramı örneği 102
Şekil 5.29 : Pareto Analizi Sonuç Dağılımı 103
Şekil A.1 : A2-A3 Bloklarına ait Kalıp Aktarımı……..……..….118
Şekil A.2 : E1-E2-E3 Bloklarına ait Kalıp Aktarımı…….……119
Şekil A.3 : F1-C1 Bloklarına ait Kalıp Aktarımı……..120
Şekil A.4 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 126
Şekil A.5 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 127
Şekil A.6 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 128
Şekil A.7 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 129
Şekil A.8 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 130
Şekil A.9 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler…… 131

TÜRK İNŞAAT SEKTÖRÜNDE 4D-CAD UYGULAMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE UYGULAMA ÖRNEĞİ

ÖZET

Ülkemizde lokomotif sektörün öncülerinden olan inşaat sektörü aynı zamanda gayrı-safi milli hâsıladaki payıyla da gelişime katkıda bulunmaktadır. İnşaat süreci boyunca dinamiklerin yer aldığı ve birbirine benzer projelerin az rastlandığı ve her bir yapının ayrı bir karakteri olduğu göz önünde bulundurulursa sektör farklı bir özelliğe de bürünmüş olmaktadır.

Ön tasarımla başlayıp yıkım ile sona eren bir süreçte hem zaman yönetimi hem kaynak yönetimi oldukça önem taşıyan özellikleri arasında yer almaktadır. Yapım kararının verilmesiyle tasarıma geçilmesi, ihale ve taşeronların seçiminden yapım aşamasıyla beraber projenin sona ermesinde geçen zamanı, en iyi ve en verimli şekilde kullanarak, kaynak yönetimini ele alarak, bütçe ve maliyet kontrolleri ile desteklenerek proje döngüsü oluşturulmaktadır.

Yeni teknolojik gelişmeler ve programlama dilleriyle hem görselleştirme hem de iş programı hazırlanmasına yönelik bazı yazılımlar ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri olan 4D CAD; iş programını 3D CAD modellemeyle birleştirerek sunma imkanı vermektedir. Bu şekilde iş programı daha anlaşılabilir kılınmakta, ayrıca zamanla yapım aşamaları görselleştirilerek iş programına bağlı ilerlemelerle yapının son şeklini alana kadar gelişimi izlenebilmektedir. 4D CAD ile aynı zamanda maliyet kontrolü, kaynak ataması, bütçe tahmini, yapım aşamaları ve ortaya çıkabilecek sorunları önceden görerek çözüm ve karar aşamasında kullanıcıya çeşitli alternatifler sağlanmaktadır.

Kaynak atamalarının, aktivite tanımlarının, başlangıç ve bitiş tarihlerinin, bütçenin ve maliyet kontrolünün yapılmasına imkan veren günümüzün 4D CAD yazılımları çoklu kullanıcıya açık olup, proje modeli tabanlı, bilgi paylaşım imkanı vererek, projeyi farklı disiplinlerden ve meslek gruplarındaki insanlar tarafından anlaşılabilir kılmaktadır.

4D CAD APPLICATIONS IN TURKISH CONSTRUCTION INDUSTRY

SUMMARY

Construction industry is one of the leading sectors of our country which contributes to the development of our economy with its share in gross national product. One may observe the different attributions of the construction industry by taking into account the dynamics that exist throughout the project, the fact that similar projects are not encountered frequently, and the unique characteristics of each project.

In a process which starts with conceptual design and finalize with demolition, time and resource management are among the features that are very important. The project cycle starts with taking the construction decision and continues with design, tender and selection of the subcontractors, and finalizes with construction phase. In order to utilize the time associated with the project cycle in an efficient manner, the resource management process supported with the budget and the cost control must be applied.

Visualization and planning oriented new softwares have been emerged with the advancement of new technologies and programming languages. 4D CAD is one of these softwares which enable project presentation by combining the work programme and 3D CAD modeling. In this way, work programme become more comprehensible; and in addition; the progresses associated with the work programme and the development of the structure, until it takes its final appearance; can be tracked. At the same time, 4D CAD give to the user the opportunity to provide various alternatives during the solution and decision stages by enabling cost control, resource assignments, budget estimates and predefining construction phases and the problems that may arise.

Today's 4D CAD softwares which allow assignment of resources, activity definitions, start and finish dates and which enable the cost control, make the project more understandable for people of different fields and professional groups by giving the user the opportunity to share information by its project modeling based multi-user environment.

1. GİRİŞ

1.1 Giriş

Türk İnşaat Sektörü, gerek yurt içi gerekse de yurt dışı projelerin gerçekleştirilmesi ve proje yönetimi konularında birçok uygulama referansına sahiptir. Sektördeki firma, kurum ve kuruluşların bilgi birikimleri ve deneyimleri, mühendislik açısından yeterlilikleri, uygulamalardaki başarıları ve yönetim kadrolarıyla hayata geçirdikleri projeler örnek teşkil etmektedirler.

Teknolojik gelişmelere uyum, yeniliklere açık olma, firma kültür ve yapısını sağlam tutan en önemli unsurlar arasında yer almaktadır. Geleneksel yapının korunup, yeniliklerle firma vizyonunun geliştirilmesi o firmanın sektör içi yerini de sağlamlaştıracaktır.

Türk İnşaat Sektörü içinde planlama ve yönetim konularında firma içi departman ve organizasyon yapılarının daha yeni kurulmuş ve kuruluyor olması, bu konulardaki bazı temel eksikliklerin yeni gideriliyor olması bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Kuruluşlar bu konudaki eksikliklerini tamamlarken, diğer taraftan her geçen gün iş programı hazırlama ve görselleştirme araçları zenginleşmektedir. Her açıdan planlama için vazgeçilmez olan yazılımlar; hedeflerin gerçekleştirilmesi, uygulama stratejisinin belirlenmesi, verimlilik ve iş gücü değerlerinin saptanması, maliyet tahminlerinin yapılması, ve belirlenen zaman dilimi içerisinde iş programının tamamlanması'na yardımcı olurlar. Bu yazılımlardan yapım sürecinin simülasyonu amaçlı kullanılan 4D CAD ; iş programını ve 3D CAD modelini aynı ortamda birleştirerek sektöre farklı bakış açısı getiren programlardan olmuştur. Büyük ölçekli projelerde (örn. havaalanı, üniversite kampüsü, alış-veriş merkezi, sosyal tesis, hastane, stadyum ve konut) ve dünyada uygulama örneklerine günümüzde sıklıkla rastlanmaya başlanan 4D CAD'in geliştirme çalışmalarına 1986-87 yılları arasında başlanmıştır. Ancak ülkemizde 4D CAD uygulamaları'nın örneğine hemen hemen hiç rastlanamamaktadır.

1.2 Araştırma Yöntemi

4D CAD yazılımlarının İnşaat Sektörümüzde kullanılmasını sağlayabilmek için öncelikle bu tarz yazılımlara ait vaka çalışmalarının gerçekleştirilmesi, bu sayede hem yazılımların sektöre tanıtılması hem de yazılımlar arasındaki farkların neler olduğunun ortaya konulması gerekmektedir. Bunun ardından ise firmalara bütçesine, kullanım amacına ve programdan beklentilerine göre seçeceği programla ilgili akademik bilginin aktarılması gerekmektedir.

4D CAD programlarının uygulamaya konulma kararlarında şirket üst ve orta yönetim kademeleri etkin rol oynamaktadır. Ayrıca kurulan ve uygulanan sistemin başarısı için üst ve orta yönetimin uygulamada karşılaşılan sorunlardan etkin bir şekilde haberdar edilmesi gerekmektedir. Bu nedenler ile araştırmada iki araştırma sorusuna odaklanılmıştır:

4D CAD' in bir proje kapsamında kurulmasında ve uygulamasında şirketin stratejik düzeyinde nasıl karar verilir?

4D CAD uygulamalarında karşılaşılan problemler operasyonel düzeyden , orta ve üst yönetim düzeyine nasıl aktarılır?

1.2.1 Amaç ve hedefler

Araştırma'nın amacı;

"Şirket bünyesinde 4D CAD yazılımı, kurulumu ve uygulama sürecini stratejik yönetim perspektifinden incelemek"

Araştırma'nın Hedefleri;

4D CAD yazılımları kurulum ve uygulaması hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmak

Şirket bünyesinde 4D CAD yazılımlarının kurulum kararı için stratejik düzeyde örnek analizler uygulamak.

Seçilen bir 4D CAD yazılımını şirket bünyesinde örnek bir proje (vaka çalışması) çerçevesinde kurmak, ve kurulan yazılımı kullanarak bir 4D CAD simülasyon modeli oluşturmak

4D CAD yazılımının uygulanmasında karşılaşılan sorunları, operasyonel düzeyden, orta ve üst yönetim düzeyine aktarılabilecek formatta analiz etmek.

olarak belirlenmiştir.

1.2.2 Kullanılan araştırma yöntemleri

Yapılan çalışmada çeşitli araştırma yöntemleri kullanılarak belirlenen amaç ve hedeflere ulaşılmaya çalışılmıştır. Bunlar arasında Literatür ve teknolojik tarama, mülakatlar ve vaka çalışması yer almaktadır.

Literatür taraması; veri toplama, analiz ve yorumunda yardımcı olmak üzere yapılan literatür araştırmalarını kapsar. Bu sayede, benzer konu üzerinde çalışanların yaptıkları araştırmalar ve çeşitli analiz, ve değerlendirmeleri ile ilgili bilgi sağlanır. Tarama kaynak sitelerden, kütüphanelerden, çeşitli yayın araçlarından, internet üzerinden ve arama motorlarından yapılır. Üniversitelerin bazı yurt içi ve yurt dışı yayınlarla yaptığı ortak anlaşmalar sonucu kendi bünyelerinde bazı arama motorlarını öğrencilerine açmış ve araştırmalarına kaynak oluşturmuştur. Teknoloji taramaları; araştırmada uygulama amacıyla kullanılacak yazılım, donanım ve yeni gelişmelerle ilgili yapılan taramalardır. Bu sayede güncellenen bilgilerle yapılan son teknolojik gelişmeler ve bunların dünyadaki uygulamalarına erişim sağlanmış olunur.

Yarı yapısal mülakatlar; yapısal mülakat ile yapısal olmayan mülakatlar arasında yer alan mülakat tekniğidir. Yapısal mülakatlarda, önceden hazırlanmış ve belli bir sıra ile yöneltilen sorular kullanılmaktadır. Yapısal olmayan mülakatlarda ise, mülakat için hiçbir soru hazırlığı yapılmamakta ve mülakat geniş bir serbestlik içinde kendi olağan çizgisi ile gelişmektedir. Yarı yapısal mülakatlarda, üzerinde görüşülecek ve tartışılacak konular, sadece ana başlıkları ile belirtilmiş olup, anket çalışmalarında rastlanılan kalıplaşmış sorulardan farklıdır [1].

Vaka çalışması, araştırılan konu üzerinde örnek teşkil etmesi amacıyla yapılan uygulamalara verilen addır. Bu sayede, konu hakkında geniş bilgi edinme, hakimiyet sağlama, durum değerlendirmesi ve analizi yapılarak daha anlaşılır kılmayı sağlamaktadır.

Çalışmanın ilk bölümünde belirlenen hedefe ulaşmak amacı ile literatür ve teknoloji taraması yapılmıştır. Çalışmanın ilk analizi olan SWOT analizi literatür taramasında elde edilen veriler baz alınarak yapılmıştır. 4D CAD yazılımının bir şirket bünyesinde uygulanma süreci ise bir vaka çalışması olarak incelenmiştir. Diğer

taraftan Güç Alanı Analizine esas oluşturan veriler yapısal olmayan mülakat tekniği ile, Pareto Analizine esas teşkil eden veriler yarı-yapısal mülakat yöntemi ile elde edilmiştir.

1.2.3 Tez içeriği

Çalışmanın giriş bölümünde araştırma yöntemi, amaç ve hedefler, kullanılan yöntemler ve izlenilen yol ile ilgili bilgiler sunulmuştur.

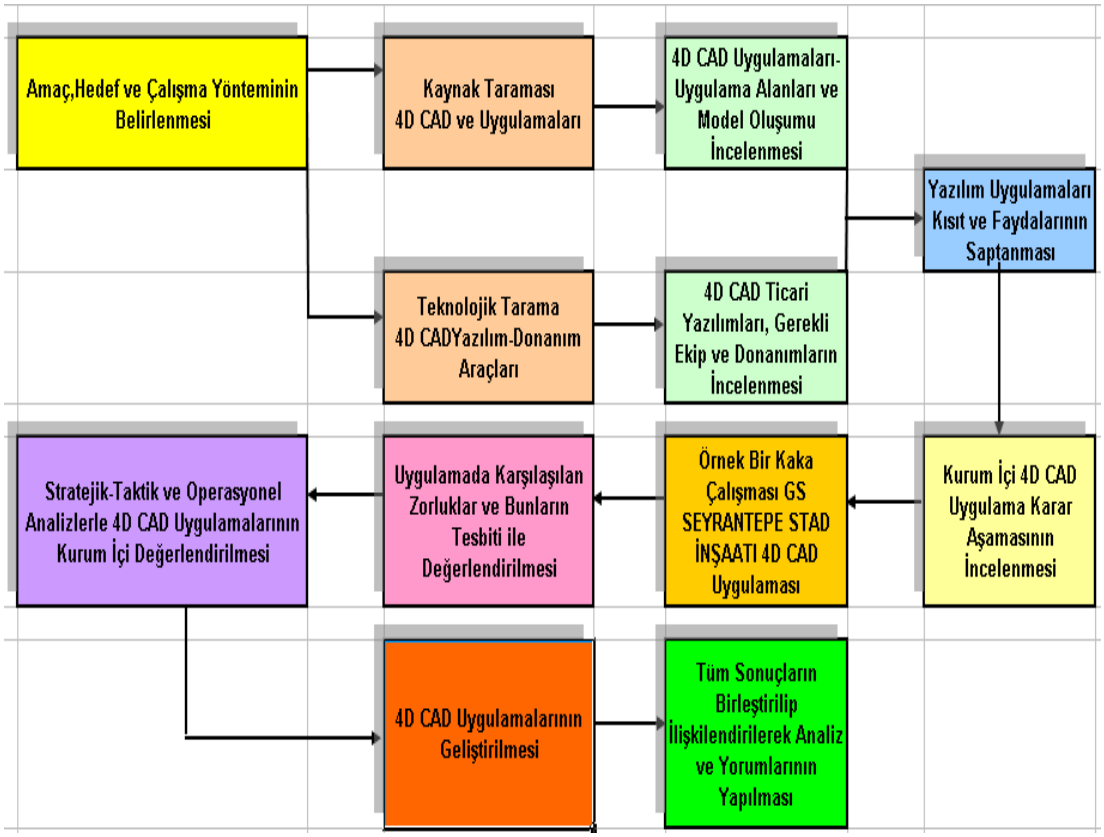
İkinci bölümde, inşaat proje yönetimi ve planlaması ile ilgili temel kavramlardan bahsedilmiş, planlamanın karakteristikleri, planlama düzeyleri, CPM ve PERT metotlarına yer verilmiştir. Yine bu kapsamda planlama sürecinde bilişim uygulamalarına ait temel kavramlara, planlama ve inşaat yönetimi sürecinde kullanılacak yazılımların özelliklerine ve örnek yazılımlara yer verilmiştir.

Üçüncü bölümde, 4D CAD'in temel kavramsal çerçevesi çizilmiş bu bağlamda, 4D CAD yaklaşımının doğuşu, yaklaşımın faydaları açıklanmış ve bu faydalara yönelik örnek bir çalışmaya yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde, 4D CAD'in uygulama çerçevesi çizilmiş, bu kapsamda ticari 4D CAD yazılımları, yazılımların ortak özellikleri, kullanım ve fonksiyonların temel çerçevesi, 4D CAD yazılımlarının kullanım kısıtları, 4D CAD yazılımlarının kimler tarafından kullanıldığı, 4D CAD'de raporlama ve projelerin güncellenmesi konuları ve dünyadan 4D CAD simülasyon uygulamalarına ait örnekler yer almaktadır.

Beşinci bölümde, vaka çalışması olarak seçilen GS Seyrantepe Stadının İnşaatında 4D CAD Uygulaması aktarılmıştır. Bu bağlamda öncelikle projenin karakteristikleri aktarılmış, ardından 4D CAD' in kurumsal uygulaması, uygulamanın kurulumu sürecinde gerçekleştirilen stratejik (karar destek) analizleri, GS Seyrantepe Stadı'nda 4D CAD'in uygulama aşamaları, ve son olarak da uygulamada ortaya çıkan sorunlara ait analizler sunulmuştur.

Altıncı bölümde; çalışma hedefleri doğrultusunda elde edilen bulgular, hedefler perspektifinde özetlenmiştir. Çalışmada izlenen yol Şekil.1.1'de sunulmuştur.



Şekil 1.1 : Çalışma Akış Diyagramı

2. İNŞAAT PROJE YÖNETİMİ VE PLANLAMA

2.1 Proje Yönetiminde Temel Kavramlar

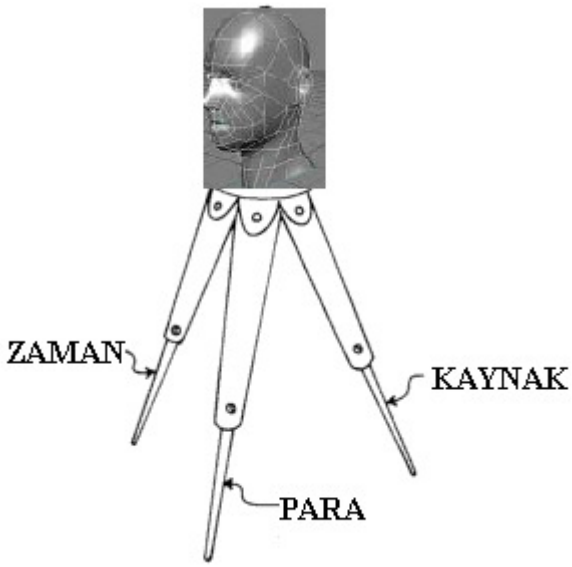
İnşaat yönetimi ; inşaat projelerinin ve programlarının planlama, tasarım, yapım ve yapım sonrası tüm aşamalarında kalite, maliyet, zaman ve kapsamı boyunca proje hedeflerinin başarısını sağlamaktır [2].

İnşaat sektöründe ilk inşaat yönetimi kürsüsü Alpler de ki tünel inşaatında karşılaşılan zorlukların neticesinde planlama gereksiniminin gündeme gelmesi sonucu en yakın yerde ki Münih Teknik Üniversitesinde 1905 yılında "Tünel İnşaatı ve Yapı İşletmesi Kürsüsü" olarak öğretime başlamıştır. II. Dünya savaşı sırasında olumsuz arazi ve iklim koşullarında kısa sürede kurulması gereken askeri tesisler ile de böyle bir gereksinim ortaya çıkmış ve sonraları özellikle de Pasifik Okyanusunda karşılaşılan inşaat zorlukları nedeniyle planlama ihtiyacı ön plana çıkmıştır. Bunun sonucunda bu deneyimleri yaşamış olan Prof. J. Fondahl ve arkadaşlarına A.B.D. Stanford Teknik Üniversitesinde bu uzmanlık alanının geliştirilmesi için her türlü olanak sağlanmıştır ve eğitime başlanmıştır [3].

Proje yönetiminde etkili 3 ana faktörün başında ;

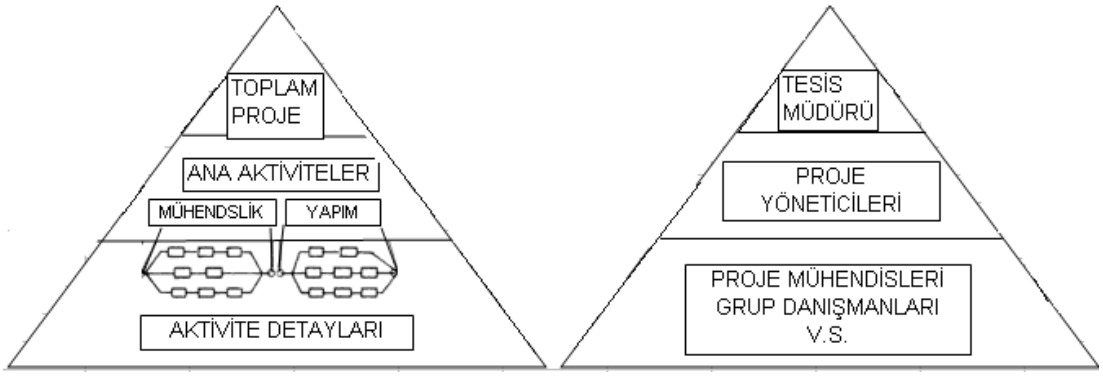
- Problem çözme
- Proje öğelerini yönetebilme
- Mal sahibi, çalışanlar ve yönetim arasındaki bağlantıları kurabilme yer almaktadır [4].

Tüm bu değerlendirmeler 3 sac ayağına oturmaktadır ki bunlar zaman, para ve kaynak'tır. Şekil 2.1' de gösterildiği üzere bu kavramlar proje yönetiminin unsurlarını oluşturmakta ve dengeyi sağlayarak optimum koşulları yaratmada yardımcı olmaktadırlar.



Şekil 2.1 : Proje Yönetimi Unsurları [5].

Proje yönetim döngüsü boyunca birbirleriyle bağlantı halinde olan proje elemanları ve organizasyonel yapı, sınıflandırmada Şekil 2.2 'de gösterildiği üzere en yukarıda temeli oluşturan ana unsurlar ve bunların altında sınıflandırılan alt unsurlar olmak üzere bir hiyerarşi oluşturmaktadırlar.



Şekil 2.2 : Hiyerarşi Bağlantı Detayları [5].

Sadece iş programı hazırlamakla yükümlü olmayan planlama departmanı birçok görev ve sorumluluğu da beraberinde taşımaktadır. Proje yönetim unsurlarını en iyi ve optimum şekilde kullanarak bunların yönetim ve planlamasını saptayan departman olarak oldukça önem taşımaktadır.

Bu unsurların içinde en önemli yere sahip olan zaman ise geri dönüşümü mümkün olamayan, idaresi ve kullanımı en zor olan yenilemez kaynaklar arasında yer almaktadır.

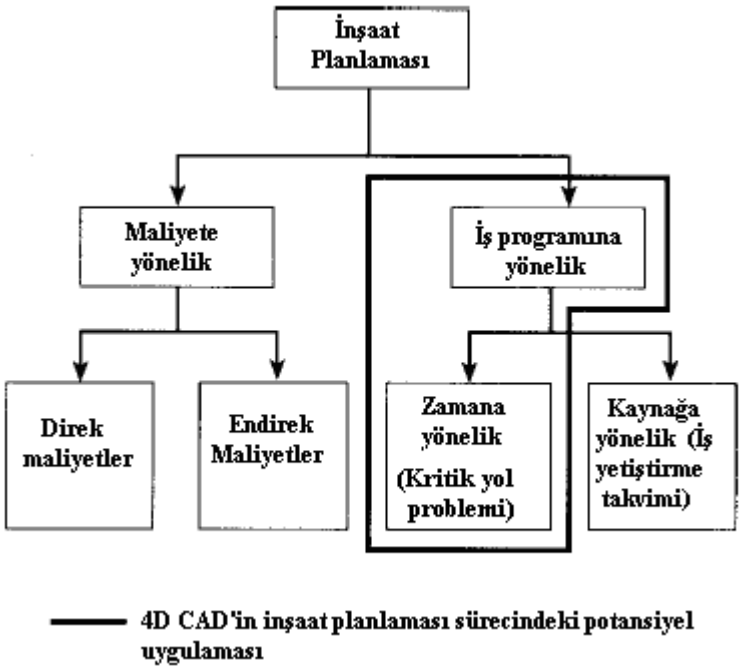
2.2 İnşaat Projelerinde Planlama

2.2.1 Genel kavramlar

İnşaat projeleri kendine özgü tek ve tekrarlanamayan nitelikteki projelerdir. Projede en önemli faktörü zaman,maliyet ve kaynak oluşturmaktadır. Optimum maliyette, beklenilen sürede ve yeterli miktarda kaynak kullanımı ile proje yönetimi gerçekleştirilmelidir. Bunun yolu ise planlamadan geçmektedir.

Proje döngüsü boyunca kaynakların yönetimi,lojistiği,kullanımı, üretime girişinden çıkışına kadar geçen sürede optimum şekilde ayarlanmalıdır. Maliyet tahmini, tasarım aşamasıyla başlayıp proje onayı ve sonrasında oluşabilecek riskleri absorbe edebilecek ve beklenilen değeri aşmayacak şekilde optimum sınırlar içerisinde oluşturulmalıdır.

Tüm bu uygulamaların inşaat planlama süreçleri Şekil 2.3'de gösterildiği üzere iki ana fazda incelenip alt sınıflara ayrılmış ve bütünde iş programı ve zamana yönelik sürecin önemli olduğu şekil üzerinde de gösterilmiştir.



Şekil 2.3 : İnşaat Planlama Süreçleri [6].

Bir işin optimal süre ve maliyette gerçekleştirilebilmesi için bütün taraf (mal sahibi, yüklenici, malzeme satıcıları, resmi kuruluşlar vb.) ve çalışanların (mühendis, mimar vb.) süre, yer, kapasite ve maliyetler açısından, iç ve dış sınır koşulları karşısında, zamana bağlı olarak koordine edilmesi işi planlama olarak tanımlanır. Diğer bir deyişle, planlama yapılacak olan imalatları tercih ve fiziksel sıra göz önünde tutularak önem sırasına koyma işidir. Bunlar ;

1. Fiziksel Sıra, Bir imalatın başlamasının diğer bir imalatın tamamlanmasına bağlı olmasından doğan sıradır.

2. Tercihi Sıra, Bir imalatın başlamasının diğer bir imalatın tamamlanmasına bağlı olmamasına rağmen özel gerekçelere bağlı olarak yapılan, imalatın daha sağlıklı yürümesini sağlayan sıradır.

Planlama önem sırasına konulan işlerin süresel ve finansal uzantıları göz önüne alarak işi zamana yayma eylemidir. Yapılacak olan işin zamana yayılması ile oluşan iş programını kontrol eder ve programdan sapmalar tespit ederse sapmayı nedeni ile birlikte raporlayıp, karar vericiye sunan bir karar destek mekanizması oluşturur.

Çeşitli departmanlardan aldığı bilgileri birbirleri ile karşılaştırarak farklılıkları belirler ve hazırlanan raporlarla ilgilileri uyarır. Planlama departmanı oluşturduğu arşivleme sistemi ile geçmiş dönemdeki projeleri analiz eder ve geleceğe dönük projeksiyonlarının daha gerçekçi olmasını sağlar [7].

Planlamanın amaç ve kapsamı ;

- Projelerin tasarım ve yapım aşamasında izlenecek yolu belirlemek,
- İmalatlar için optimum Süre - Kaynak - Maliyet miktarlarını saptamak,
- İmalatlarla ilgili verileri toplayarak planlananlar ve gerçekleşenler arasında karşılaştırma yapmak,
- Şirket merkezi ile şantiyeleri arasında iletişim ve koordinasyonu sağlamak.
- Periyodik raporlarla yönetimi bilgilendirmek,
- Yapılan bütün tasarım çalışmalarını ve imalat verilerini depolayarak bilgi arşivi oluşturmak,
- Arşivlenen bilgiler doğrultusunda verim analizleri yapmak.

olduğu düşünüldüğünde planlamanın çalışma konuları içinde şunlar sıralanabilir :

- Raporlama
- Güncelleme, geçmiş bilgilerden geleceğe dönük düzenlemeler yapılması
- Çalışan verimlerinin ölçümü, verim analizi
- Yapılan işlerin kontrolü ile işin nasıl yapılacağının belirlenmesi, iş tanımlarının yapılması
- Verilerin toplanması ve gerçekleşenler ile planlananlar arasındaki karşılaştırmalar
- Kaynak akışlarının düzenlenmesi
- Teklif hazırlama aşamasında nakit akış tespiti
- Süresel planlama ve denetimi
- Arşiv oluşturma
- İmalat yapanlar ile yöneticiler arası iletişimi sağlama
- Projenin başında sorumluların belirlenmesi
- Optimum süre ve maliyetin belirlenmesi
- Bilgi akışının düzenlenip iletişimin arttırılması
- Süresel planlama ve buna bağlı kaynak ve nakit akışının tespiti

Planlama çalışanları sürekli aşağıdaki raporları düzenler;

- Günlük Şantiye Raporları
- Stok ve Satın Alma Raporları
- Haftalık Toplantı Tutanakları
- Aylık Toplantı Tutanakları
- Pazarlama Raporları
- Muhasebe Raporları

Toplanan bu raporlardan aşağıdaki bilgileri değerlendirirler,

- Metrajlar
- Şantiyede Yapılan İmalatlar
- Puantaj

- Şantiyeye Gelen Malzeme Miktarı
- Alınan Malzemeler
- Mali Hedefler
- Taşeron Bilgileri

Ya Planlama Birimi Olmazsa...

- Şantiyede işin akışı ile ilgili detaylı bir program bulunmaz
- Yapılacak imalat miktarları ile verim hesapları yapılamaz
- Bilgi toplanabilir, ancak yeterince kullanılamaz. Bu nedenle belirsizlik oluşur
- Daire sahiplerine mevcut durum hakkında net bilgiler verilemez
- İş programı ancak yöneticilerin tecrübelerine dayalı olarak kısa ve uzun vadeli amaçlar şeklinde yapılabilir. Ancak yapılan imalatların bütününü detaylı olarak kapsayan net ve uygulanabilir bir programlama yapılamaz
- Şantiyede yapılan imalatlar ve kullanılan iş gücü günlük raporlar halinde merkeze bildirilmesine rağmen, veri tabanı oluşturulamadığı için analizler yapılamaz
- Şantiye ile merkez arasındaki iletişim tam olarak sağlanamaz
- Uzun vadede planlama sistematik yapılmadığı için yönetim kuruluna makro raporların hazırlanması imkansızdır
- İş programı ve güncellemeler sistematik olarak yapılamaz. Güncelleme ve izlemeye yönelik veri deposu oluşturulamaz

Planlama Departmanı Çalışmaları Sonucunda...

- Arşivlenen bilgiler ve bu bilgilere ulaşmak için hazırlanan dosyalama sistemi ile verilere kolay ulaşılır, sahip olunan veriler sayesinde analizler yapılabilir
- Analizler sonucu elde edilen bilgiler ışığında işin başında yapılan tahminlerin daha gerçekçi olması sağlanır
- Müşterilerden gelen şikayetler de dikkate alınarak, mevcut imalat stratejilerine bağlı imalat programları satış yetkililerine sunularak, müşteriler bilgilendirilir. Bu sayede imalatların belli bir program dahilinde ve imalatı takip eden bir departman gözetiminde gerçekleştiğinden dolayı müşterilerin firmaya olan güveni tazelenmiş olur

- Yönetim imalatı yönlendirirken; imalatların müşterilere taahhüt edilen zamanda yetiştirilebilmesi için daha sonraki imalat dönemindeki hızlanmayı göz önüne alarak karar verme etkinliği artar. Bu sayede firma imalatlarını öngördüğü zamanda tamamlar ve piyasadaki güvenini arttırır.

- Planlama departmanının getirdiği modern düşünce tarzı sayesinde firma kalıplaşmış politikasını olumlu yönde geliştirerek, bilişim teknolojisi olanaklarını kullanmaya başlamaktadır. Bu koşullar şirket faaliyetlerinin daha sağlıklı ve verimli çalışmalar halinde devam etmesini sağlar [7].

2.2.2 Planlamanın karakteristikleri

Planlama sistematiğinin oluşturulmasında bazı kriterlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bunlarda şu şekilde karakterize edilebilir:

Bilgi idaresinin tasarımlandırılması: Planlamak ve kontrol etmek için oluşturulan sistematikte bilginin doğruluğunun tesbit edilmiş olması gerekmektedir. Projeler küçük öğelerle oluşturulup genelde sınıflandırılabilir.

Baskı teorileri: Projenin takibi ve başlangıç aşamasında emniyetli tarafta kalınmasıyla oluşabilecek baskıların önüne geçmiş olmaktadır. Bu sayede proje hedeflerinde şaşmalar olmadan istenilen zamana teslim etme sürecinde sıkıntıların yaşanmasını engellemiş olur.

Zayıf İnşaa: Planlamacı üretim fiziğini ve özelliklerini iyi bilmelidir ki faaliyetler arası geçişi daha kolay sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Ortak çalışma alanı yaratma: Takip edilecek olan iş programında farklı meslek gruplarından olan mühendislerle çalışılarak ortak alan değerlendirmeleri yapılabilir. Buna bağlı olarak birbirini takip eden yada çakışan imalatlar belli bir düzene ve sıraya konarak imalatların önü açılmış olunur [8].

2.2.3 Planlama düzeyleri

İş programı ve buna taban oluşturacak planlama düzeyleri aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır. Tüm bunlar planlamanın oluşturulmasında verilerin anlamlı olmasını, düzgün bir sistematik içerisinde iş ilerleyişini yürütmeyi, verimliliği ve 3 sac ayağını oluşturan zaman-para-kaynak arasındaki bağlantı düzeylerini ve optimum seviyede gerçekleşmelerini sağlamada yardımcı olur.

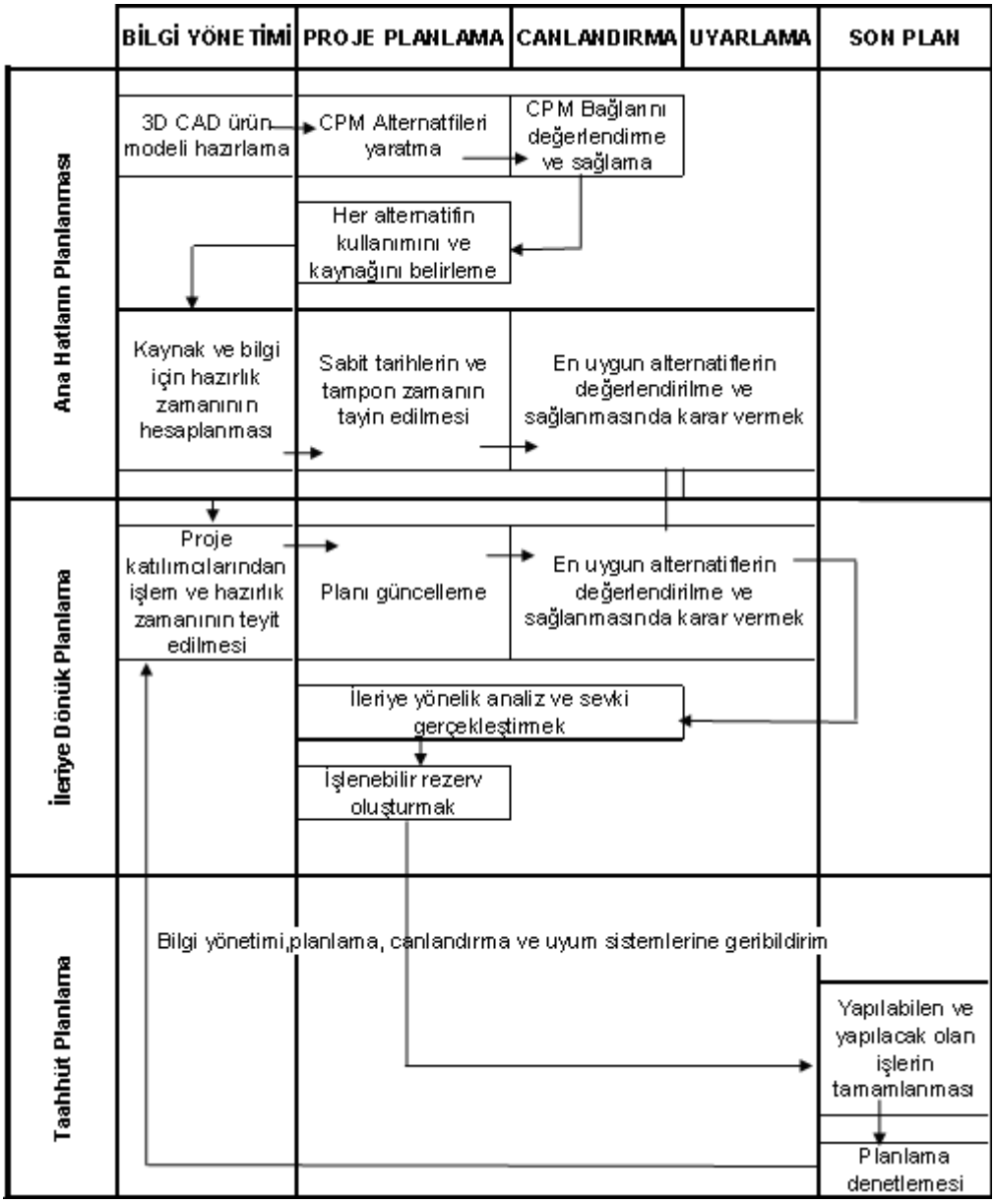
Tasarla: Bu aşamada, oluşacak ana inşanın omurgası yapılandırılmaya başlanır.

İşleme tabi tut: İmalat sıralamaları ve kurgu oluşturulduktan sonra sistem çalıştırılır ve bir sorun olup olmadığı kontrol edilerek proje yapım yöntemine sadık kalınmaya çalışılır.

Tayin düzeyi: İmalat atamaları yapılarak her objeye birer görev yüklenir ve belirtilen zaman dilimi içerisinde optimum koşullarda optimum maliyet ve zaman altında proje stabil hale getirilir [8].

Planlama esnasında karşılaşılan kısıt ve alternatif değerlendirmelerinde tüm etmenler göz önünde bulundurularak, potansiyel olarak, sözleşme, kaynak ve bilgi kısıtlarıyla ilgili, bunların öncelikleri belirlenmeli ve bunların farkına varılması görevi karşılıklı iletişim içinde değerlendirilmelidir. Ayrıca tüm belirsizlikler tespit edilerek absorbe edilmesiyle proje programına uygun hale getirilmelidir. Planlama sonunda oluşan program çıktıları çok dikkatlice değerlendirilmeli ve çeşitli görsel araçlarla da desteklenmelidir. Bunun için alternatif bir süreç tekniği çoklu kısıtlar için geliştirilmiş ve Çizelge 2.1' de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1 : Çoklu kısıtlarla genel süreci planlama tekniği [8].



2.2.4 CPM: Kritik yol metodu

1957-58 yılları arasında Amerika US-NAVY Special Projects Office adlı bir büro kurularak planlama ve kontrol için yardımcı olabilecek, araştırmaya yönelik bir kuruluş olarak faaliyete başlamıştır. Ve 1958 Temmuz ayında PERT metodunu tarifleyerek ortaya çıkmasını sağlamışlardır. Benzer çalışmalara A.B.D. Hava Kuvvetlerinde de rastlanmaktadır. 1958 yılında DuPont de Nemors Company adlı bir firma yatırımın planlanması ve yürütülmesinde CPM adı verilen bir sistemi uygulamıştır.

CPM (Kritik Yol metodu); tüm aktiviteler içinde, kritik yol üzerinde olan aktivitelerin tespit edildiği metoddur [9].

PERT (Program Değerlendirme ve Gözden Geçirme Tekniği); büyük ve geniş ölçekli projelerde tahmin etme ve planlama tekniğidir. En önemli özelliği ise proje yönetiminde, olasılıkların yönetimini sağlamaktır [10].

Her iki metod da insan aklını kullanarak günlük hayatta yaptığı işlerin metodik olarak değerlendirilmesi şeklindedir. Kısa vadeli (stratejik) ve uzun vadeli (taktik) planlar olmak üzere iki grupta yapılmaktadır. CPM de tüm işlerin sürelerinin bilinmesine ihtiyaç vardır. CPM, PERT metodunun özel hallerinden biridir [11].

CPM uygulamaları, proje tekliflerini hazırlamakta proje idarecilerine hizmet imkanı sunmakta, personel ve kaynakları idare etmekte, gecikmeler ve değişiklik emirlerini izlemekte, ilerlemeleri incelemekte ve taşeronlarla ortak bir takip imkanı sunmaktadır [8].

Planlama ve kontrol, ihtiyaçların karşılanması konusunda potansiyel olarak tanımlamaya gerek duyulan alanlardır. Tipik problemler planlama ile yapımın uygulama esnasında birbirinden soyutlanmasından kaynaklanmaktadır. Fakat tek inşa edilebilir bir yöntem sunması bazı kritik olguların oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bunlarda 3 ana başlık altında toplanabilir:

Yapılabilirliği mümkün olmayan kısıtlar: Fiziksel kısıtlar, sözleşme kısıtları, kaynak ve bilgi kısıtlılıkları bu kapsam altında toplanır. CPM sadece zaman ve aktivitelerle değerlendirilmektedir.

İletişim ve işbirliği ile ilgili kısıtlar: CPM gantt tablolarından ya da diyagramlardan oluşmaktadır. Diğer kullanıcı ve yapımcılar sadece mantıksal bir yolla katılım sağlamaktadırlar. Fakat ihtiyaç duyulan analiz ve etkileri bunlara bağlı tüm projelerde değerlendirilebilecek değişiklikler için bazı kısıtlılıklar getirir.

Yapımdaki yetersizlikler: Yapım aşamasında planlamanın detaylandırılması mühendis, yönetici ve ehli kişilerin birlikte çalışması sonucu oluşturulmaktadır. CPM ‘in çok yaygın kullanılmamasının sebebi ise uygulamada kısıtların analizlerini destekleyip sağlayamamasından kaynaklanmaktadır. Kompleks projelerde oldukça basit kalmaktadır [12].

Yapılan araştırmalarda görülmüştür ki teknolojik bağımlılıklar ve zaman CPM tekniğinde ana kısıtlılığı oluşturmaktadır. Zaman ve para kısıtlılığı projelerin çoğunda konvensiyonel olarak karşımıza çıkmaktadır. Birçok kısıt dinamik ve mümkün kılınabilir ölçüde oluşmaktadır. Tüm bu kısıtlarla başa çıkmanın alternatifleri arasında 3D,4D,VR gibi planlama araçlarını kullanarak, sorunlar karşısında uyarıcı ve çözüme zorlayıcı tekniklerle senkronize edilerek daha yalın çözümlerle hedefe ulaşılmalıdır. Sriprasert, Dawood ve diğerlerinin araştırma ve sonuçları Çizelge 2.2'de gösterilmiştir [12].

Çizelge 2.2 : CPM Tekniğinde Karşılaşılan Kısıtlar [12].

KISITLAR/SİSTEM TEKNİKLERİ	Levitt et al. (1988); Kartam & Levitt (1990);	Pultar (1990)	Waugh & Froese (1990); Cherneff et al. (1991)	Echeverry et al. (1991)	Kim (1991)	Alkayyali & Minkarah (1993)	Grobler et al. (1995)	Shaked & Warszawski (1995)	Fischer & Aalami (1996)	Jaafari (1996)	Lin & Hass (1996)	El-bibany (1997)	Moizuddin & Selim (1997)	Thabet & Beliveau (1997)	El-rayes & Moselhi (1998)	Akinci & Fischer(2000)	Tommelein (2000,2001)	(2000); Chua & Shen (2001)	Retik & Shapira (1999)	Shi & Deng (2000)	O'Brien & Fischer (2000)	Abeyasinghe (2001)	Dawood et al. (2001)
I-İLGİLİ KISITLAR																							
FİZİKSEL KISITLAR																							
TEKNOLOJİK BAĞIMLILIKLAR	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UZAY				X							X			X		X	X						X
GÜVENLİK VE DÜZENLEMELER				X							X						X						
ÇEVRE				X							X						X			X	X		
SÖZLEŞME KISITLARI																							
ZAMAN	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MALİYET						X			X		X					X	X				X		
ÖZEL ANLAŞMA																	X			X			
MÜMKÜN KILINABİLİR KISITLILAR																							
---KAYNAKLAR																							
GEREKSİNİMLER				X	X	X	X			X	X		X	X	X		X	X	X	X	X	X	
ELDE EDİLEBİLENLER																	X	X		X	X		
KAPASİTE											X												
MÜKEMMELİYET																	X						
DEVAMLILIK															X								
---BİLGİ																							
GEREKSİNİMLER																	X	X					
ELDE EDİLEBİLENLER																	X	X					
MÜKEMMELİYET																	X						
II-SİSTEM TEKNİKLERİ																							
-SAYISAL ALGORİTMA		X			X	X	X			X		X	X		X					X	X	X	
- YAPAY ZEKA VE BİLGİ TABANLI SİSTEM	X		X	X				X	X					X		X			X				
- VERİ TABANI						X					X						X	X					
- GÖRSELLEŞTİRME																							
-2D or 3D											X												
-4D																X							X
-VR																			X				X

2.3 Planlama Sürecinde Bilişim

2.3.1 Temel kavramlar

İnşaat sektörü olarak her geçen gün gelişen teknolojiler karşısında bu gelişmelere uyum sağlamalı, takipçisi ve destekçisi olarak katkıda bulunulmalıdır. İnşaat sektörü gibi ihtiyaç ve gereksinimlerin diğer sektörlerden farklı olduğu alanlarda bilgisayar programları ve çeşitli organizasyonlarla genelden özele inerek detaycı bir çalışmayla projelere yön verilebilir.

Gelişmekte olan Ülkeler için İnşaat Sektöründe Otomasyon ve Bilgi Teknolojilerinin Uygulanabilirliği [13] 'nde belirtildiği gibi sektörün teknolojik gelişimler içinde ortaya çıkan programlara karşı eylemsizliği ihtiyaçların ve kaynak kullanım metotlarının tam ve doğru olarak kullanılamamasından kaynaklanmaktadır. Halbuki fırsatların büyük ölçüde olanaklar sunması ve bazı olasılıklarında problemlerimize çözüm olabileceğini düşünüp modelleme ve programlama dillerini kullanmayı bilmek fırsatlarımızı kâra dönüştürmeyi de sağlayacaktır. Bilgi teknolojilerinin uygulanması taktik ve bazı stratejilerinde ortaya konarak, gelişimlere de katkıda bulunmayı hedeflemesiyle beraber sektör içindeki paydaşlar arası iletişim ve konuyla ilgili ortak bir dil oluşumunu sağlar.

Proje planlaması ve programlaması bir diğer deyişle Global Planlama süre, kaynaklar ve bu kaynaklara ilişkin maliyetlerin birlikte ele alındığı bütünleşik bir analiz ve sentez çalışmasıdır [14].

Proje planlaması ve programlanması kapsamında Westney bir sınıflandırma oluşturmuş ve bunu şu şekilde özetlemiştir: En üst düzey, üst düzey, orta düzey ve alt düzey biçiminde yapmış olup, bu düzeylere bağlı olarak paketlerin fiyat,yetenek ve kapasite değişimlerini gözlemlemiştir [5]. Tüm bu değerlendirmeler yapılırken mevcut programlar ışığında ön analiz çalışmalarıyla bir analiz strüktürü oluşturulmuştur.

Proje planlama ve programlama sistemlerinin alt bileşenlerini ekipman, program ve personel oluşturmaktadır. Bu alanda kullanılan yazılım paketlerinin analiz strüktürü girdiler, süreç ve çıktılar olmak üzere 3 kategoride toplanır. Girdiler içerisinde; verilerin niteliği ve türleri (proje ve aktivite düzeyleri, süre, maliyet, kaynak verileri,….), veri giriş olanakları ve kolaylıkları, veri giriş strüktürleri (tablo,form, şebeke görüntüsü üzerinden veri girişleri,..), veri girişindeki sınırlama ve

olumsuzluklar (aktivite, kaynak,ilişki,takvim,süre sınırlamaları,...) yer almaktadır. Süreç içerisinde; eğitim, öğretim ve kullanım tasvir edilmiştir. Eğitim adı altında program satıcısının teknik desteği (kurslar, dergiler,yayınlar,…) , yazılımın mimarisi (menü yapısı, fonksiyonlara ulaşım, endüstri standartlarına uyum,…), kullanıcı düzeyine uyum (başlangıç, orta, ileri, üst düzey,…), yazılımın gelişimi (ürünün Pazar payı, dinamizmi,…), yazılımın yardım yapısı yer almaktadır. Kullanım içinde; program fonksiyonlarının zenginliği, yardımcı fonksiyonlar, planlama ve programlama için kullanılan teknikler, alternatifler ve senaryolar, veri-rapor organizasyon olanakları, mantıksal hataların yakalanma özelliği, diğer yazılımlarla uyumu, çok kullanıcılı olması oldukça önem taşımaktadır.

Ayrıca yazılım ve donanım arasında; yazılımın kurulum kolaylığı, ana sistem ve bağlayıcılarla versiyon uyumu, bellek kapasitesi, ekran kartı ve monitör ihtiyacı, işletim ve denetim sistemi olanakları oldukça önem taşımaktadır.

Çıktılar içerisinde; yazılımın ürettiği raporların niteliği, zenginliği, içeriği, arşivlenebilmesi ve hazırlanma süreci gibi birçok faktör yer almakta ve değerlendirmeye sunulmaktadır.

Tüm bu bilgiler ışığında proje planlaması ve programlaması alanında kullanılan yazılım paketlerinin seçiminde enformasyon sistemininin amaçlarına uygunluk, yazılım paketleri entegrasyonu açısından uygunluk, donanım konfigürasyonu açısından uygunluk, öğrenim ve kullanım kolaylığı, ürünün sürekliliği, yeni versiyonlarla sürekli gelişimi, fiyat, performans, ihtiyaç karşılaştırmaları oldukça önem teşkil etmektedir [14].

Bu seçimde ayrıca;

a. Enformasyon sistemlerinin amaçlarına uygunluk: Burada programdan istenen yada beklenilenler için gerekli altyapı ve veri akışı hazır mı yeterli mi yada istenilenler doğrultusunda mı karara bağlanır.

b. Software paketlerinin entegrasyonu açısından uygunluk: Tüm bu bilgiler ışığında programdan bazı dokümanlar elde edilerek sunumlara,raporlara, temsile açık hale getirilebilir mi bu konu da değerlendirmeleri yapılır.

c. Hardware sistemi açısından uygunluk: Program için kullanılan PC özellikleri, tek yada çok kullanıcılı olması ve taşınabilir yada saklanabilir özelliklere sahip olup olmaması gene aranan kriterler içerisinde olacaktır.

d. Eğitim,öğretim ve kullanım olanak ve kolaylıkları: Kullanılan programın arka yüzünde destek ve danışma hatlarının olup olmadığı, eğitim, seminer, ders, kurs olanakları sağlayıp sağlamadıkları ve teknik destek hizmetlerinin yeterli olup olmadığı da gene önemli kriterler arasında yer almaktadır.

e. Ürünün sürekliliği: Kullanılan programın sürekliliğinin sağlanması oldukça önemli bir özellik taşımaktadır. Sürekli geliştirilen ve yeni araçlarla zenginleştirilen programlar piyasa içinde yer edebilmekte ve diğer programlar gibi kolay silinememektedir. Aksi takdirde aldığınız program satıcısının sürekliliğini ve geçerliliğini sürdüremediği bir ortamda programa karşı duyulan hissiyatta da bir azalma olacaktır.

f. Fiyat-performans ve İhtiyaç Karşılaştırmaları: Yukarıda tanımlanan özelliklere eş özellikteki programlarında fiyatları arasında çok fark olmayacaktır. Buradan sonraki süreç; referans, kullanım kolaylığı, görsellik ve süresel bazda çabuk karar verme aşamasıyla tamamlanacaktır.

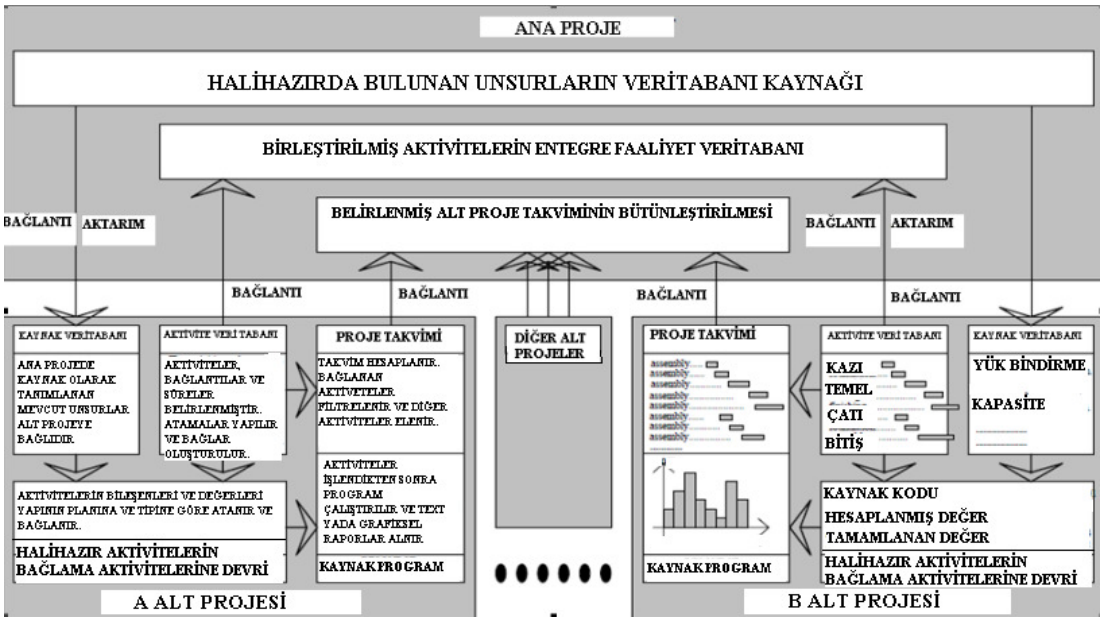
2.3.2 Planlama sürecinde kullanılacak yazılımların özellikleri

İş programı ve 3D CAD boyutlu çizim programlarını birleştiren yazılımlarda çoklu seçim olduğunda yada kullanılacak programda komutların ve araç çubuklarının fonksiyonel olması gibi bir çok detay ve özellikler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Birçok projede kullanılabilirliği
- Kaynakların ana proje ya da alt projelere atanabilirliği
- Kaynak transferlerinin projeler arasında aktarımları
- Kullanıcı tanımlı aktivite kodlarını oluşturabilme
- Filtreleme, gruplama ve düzenleme yapabilme
- Kullanışlı ve esnek bir kaynak kodu oluşturabilme ve atama yapabilme
- Sınırsız sayıda kaynak tanımlayabilme
- Güçlü bir maliyet kod yapısı oluşturabilme

- Farklı altyapıya sahip programlarla kolayca import-export yapabilme
- Kopyalama ve yapıştırma yapabilme
- Kolayca raporlama yapabilme
- Maille iletişime geçebilme [15].

Programlar içerisinde aktif kullanılabilecek bir veri tabanının oluşturulması diğer projelerde de bu bilgilerin içeri alma ve dışarı çıkarma komutlarıyla sistem içerisinde paylaşıma sunulması oldukça kolaylık sağlamaktadır. Ayrıca iş programı içerisindeki aktivitelerin tanımlamaları, bağ atamaları , süre ve tanımlamaları yapılmalıdır. Ana proje ve alt projeler oluşturularak projenin aktif bir şekilde etkileşim içinde tutulması sağlanmalıdır. Kaynak sözlüğü oluşturulmalı, her bir aktiviteye bu kaynaklar atanmalı ve yapım süreleri de tayin edilerek sistem ana proje ve alt kırılımları arasında bir düzen oluşturulmalıdır. Aktivite kodlarının oluşturulması ve bunların da ayrı bir maliyet kodlama sistemi içerisinde gösterilmesi kullanıcının aldığı raporlarda daha net ve anlaşılabilir bir çerçevede tüm bu değerlendirmeleri yapmasını sağlar. Kodlama yapısının bir diğer faydası da yapı tür ve türevlerine göre aktiviteleri bir grup altında toplayarak kendi içinde sınıflandırabilir ve aktiviteleri birbirinden ayırmayı sağlar. Şekil 2.4' de gösterildiği üzere ana proje ve buna bağlı alt projelerin birbirleriyle olan bağlantıları ve etkileşimleri ifade edilmektedir. Aktivite ve kaynak atamaları bağların oluşumu, mevcut veri tabanının nasıl kullanıldığı hakkında bilgiler şekilde özetlenmiştir.



Şekil 2.4 : 4D CAD Modelinin Kavramsal Yapısı

2.3.3 Örnek yazılımlar

Proje yönetimi boyunca sistem içerisinde planlama ve programlama için çeşitli yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımların amacı; proje yaşam döngüsü boyunca her anı kare kare fotoğraflayarak kullanıcıya bilgi vermektir. Planlamacı bu bilgilerden yola çıkarak geleceğe yönelik tahminlerde bulunur ve rotasını çizer. Yazılımlar aynı zamanda aktiveler arası geçişleri, bağları ve yapım kurgusunun oluşumunda destekleyici olmaktadırlar. Proje Yönetim Yazılımları arasında 12-Minute Project Planner, Accent GraphicVue, ASAPMS Project Scheduling Library, Autoplan, AutoProject, BestSchedule for Projevts LE, CA SuperProject, DailyLog, FasTracs 2.0, Graneda Personel, InterPlan, Methods Architect, Micro Planner Manager, MicroFusion, Milestones Etc., MPS-Team Management, Open Plan Desktop, Open Plan Professional, ORO, Perception, PERT Chart Expert, PlanMan, Plan Trac-Outlook, PROAct, Project Bridge Modeller, Project Schedular 6 for Windows, Project: Vision, Project Workbench, QuickGantt for Win, SDM ProjectMaster, Star Watch COSMOS, Starpro, SureTrak Project Manager, Team Workbench, TimeControl, TimeSheet Professional, Timetable, Trak, Turbo Project, Visual Planner, WBS Chart for Project, Workplace Manager yer almaktadır [16]. Fakat ülkemizde İnşaat sektörü içerisinde en çok kullanılan yazılımlar arasında Primavera Project Planner ve Microsoft Office Project yer almaktadır.

2.3.3.1 Primavera Project Planner

Primavera tüm planlamacılar tarafından yaygın bir şekilde kullanılan iş programları arasında yer almaktadır. Raporlama, kaynak tanımları ve maliyetler , iş kodlarının temel alt yapısının da hazırlanmasıyla oluşturulan ve Microsoft Office Project'e göre daha ayrıntılı ve kullanışlı olması bakımından tercih edilmiş ve kullanımı yaygınlaştırılmıştır. Primavera kullanmak bizlere bir iletişim aracı olarak şeffaflık kazandırmak, kaynakların etkin kullanımı, tekrarlanabilir olarak proje alt tabanlığı oluşturması, güncel ve doğru bilgilere erişimin kolay sağlanması bakımından birçok fayda sağlar [17].

2.3.3.2 Microsoft Project

Microsoft Project, şirket yöneticilerinin, proje yöneticilerinin ve planlamacıların basit planlardan kapsamlı planlara kadar her türlü projeyi kolayca planlama, yürütme, kontrol ve analiz etme imkânı veren programıdır. Kullanımı oldukça kolay, basit ve anlaşılabilirdir. Aktiviteler sıra numaraları ile anılmaktadırlar. Rapor detay düzeyi oldukça basittir. Çok detaylı raporlama sistematiğine sahip değildir. Birçok meslek grubu tarafından rahatlıkla kullanılabilirdir.

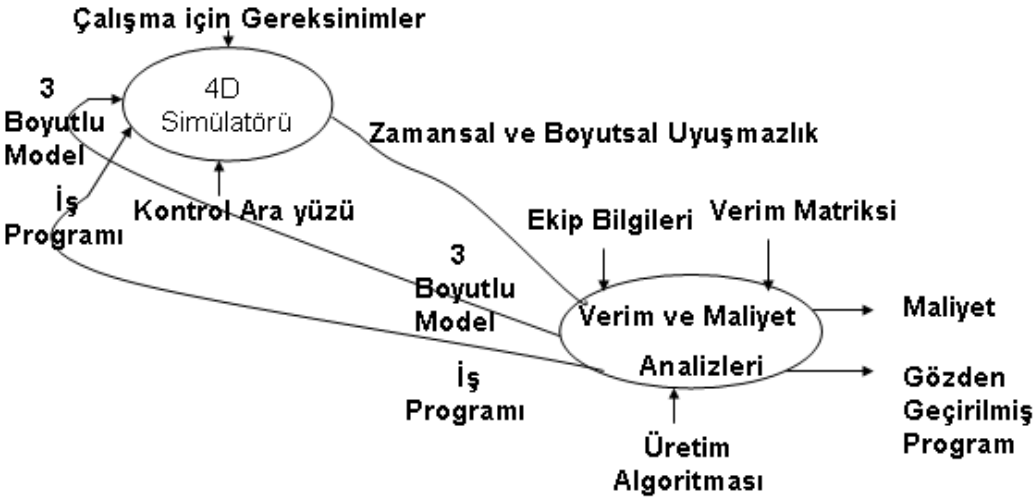
3. 4D CAD: TEMEL KAVRAMSAL ÇERÇEVE

3.1 Temel Kavramlar

4D CAD ; 3 boyutlu grafiksel çizimlere 4.boyut olan zamanın da eklenmesiyle oluşturulan bir simülasyon olarak tanımlanabilir. Bu simülasyon sayesinde tüm inşaat imalatlarının ve bileşenlerinin, yapım sırasına ve önem derecesine göre inşası simüle edilerek görsel bir sunum sağlanmış olmaktadır.

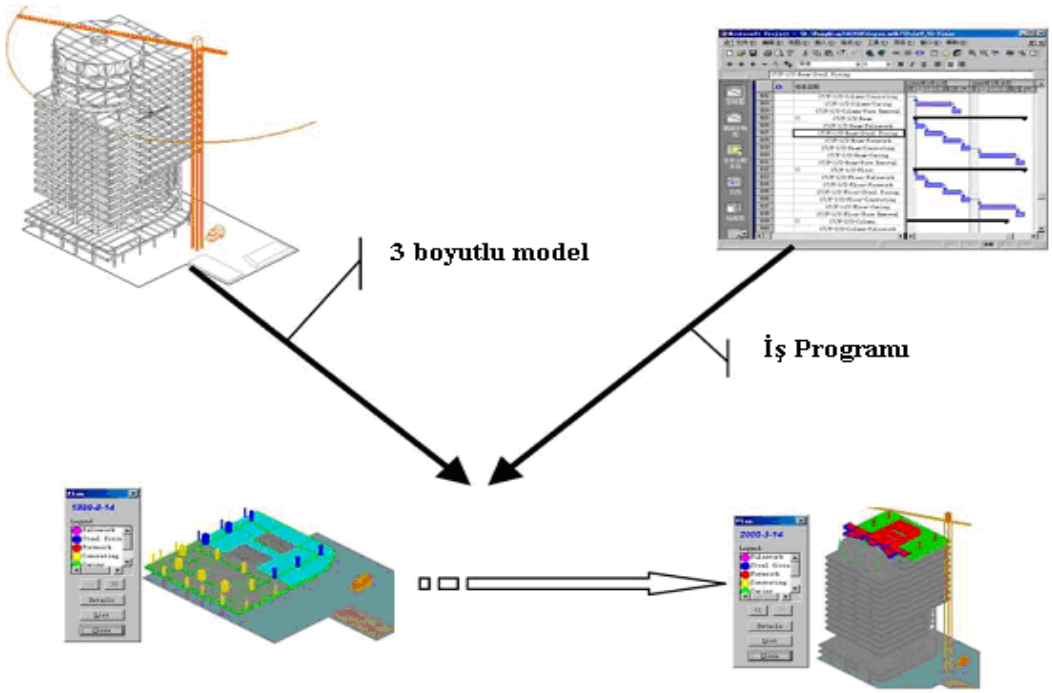
Bu simülasyonda üç boyutlu çizim içerisindeki her bir obje, yapıyı oluşturan bileşenlerden kurgulanmış ve yapım sırasına göre düzenlenmiştir [18]. Simülasyonda kurgulanan 4D CAD modeli ölçeklendirilmiş çizimler üzerinden 3D CAD modellerinin iş programına bağlanmış şekli olup planların grafiksel gösterimlerini temsil etmektedir. Son zamanlarda yapılan tanımlamalarda 4D CAD proje kapsamında tedarik ve tasarım sırasında tanımlanmış aktivitelerin 3D CAD model ile ilişkilendirilmesi olarak da ifade edilmektedir [19].

Şekil 3.1'de gösterildiği üzere, 4D CAD çalışma planı içerisinde öncelikli olarak iş programı ve 3 boyutlu çizimler oluşturulmuş ve aralarında bağ kurulan bu iki etmen bir arayüz ile 4D CAD programlarının içerisine alınmıştır. Kullanılan program içerisinde zaman ve boyutsal uyuşmazlıkların olup olmadığı kontrol edildikten sonra ekip bilgileri ve verimlilikleri program içerisine işlenmiştir. Daha sonrasında bir üretim algoritması oluşturularak, maliyetler hesaplanmış ve gözden geçirilmiş program oluşturulmuştur.



Şekil 3.1 : 4D Çalışma Planı [20].

Şekil 3.2' de 4D CAD'in çok basit bir gösterimle temel çalışma prensibi özetlenmiştir.



Şekil 3.2 : 4D CAD Çalışma Prensibi [5]

3.2 4D CAD Yaklaşımının Doğuşu

1986-87 yılları arasında uluslar arası mühendislik ve inşa şirketi olan Bechtel'in Hitachi Ltd ile işbirliği sonrasında 4D CAD programları ortaya çıkmıştır [21].

4D CAD uygulamaları planlamada mevcut kullanılan programların zayıf kalması, yeterli olamaması, bilgi yetersizliği ve uygulamalarda karşılaşılan problemler sebebiyle ihtiyaçlar doğrultusunda oluşturulmuşlardır [22].

4D CAD uygulamaları arasında, Bentley NavigatorTM'u VirtualSTEP, PointsTM, Balfour fourDviz, SmartPlant® yer almaktadır.

4D CAD yaklaşımının uygulamasında öncülerden olan Fischer [18] proje yapım süresi boyunca yer alan tüm fazları sistem içerisinde incelemiş ve bunları farklı kombinasyonlarla simülasyon içerisinde tanımlayarak bu fazların anlaşılır olmasını sağlamıştır. Fischer'in yanı sıra Koo [18], Akıncı [20], Kahkonen [23], Leinonen [24], Dawood [25] vb. araştırmacılar konunun gelişimine çeşitli tez ve görüşlerle katkıda bulunmuşlardır [24]. 2000 yılı ve sonrasında Heesom ve Mahdjoubi, Akbaş, Mallasi konuyla ilgili araştırmalara devam etmişlerdir [26].

Geleceğe yönelik simülasyon uygulamaları ve bunların fonksiyonelliği 4D CAD Model uygulamalarının geliştirilmesine katkı sağlayacak ve farklı kısıtlar altında, bizlere durum değerlendirmelerinde karşılaşılan farklı sorunların analizlerini yapabilme imkanı sunacaktır [18].

4D CAD uygulamaları daha çok dikey tasarımlandırılmış projelerde uygulanmış, yatay tasarımlarda örneğin, köprü, viyadük, tünel ve metro tesislerinde örneklerine oldukça az rastlanmıştır.

4D CAD uygulamalarının hem yatay hem de dikey tasarımlar için daha kapsamlı modelleme oluşturulması hususunda geliştirilmesine devam edilmektedir. Bu kapsamda yatay tasarımlandırmalarda deprem, zemin koşulları,.. v.s. gibi faktörler de program içerisinde araç çubuğunda kullanıcı tanımlı olarak oluşturulabilmektedir [22].

Heesom, Mahdjoubı et al [6] de 4D CAD konusunda gelişen araştırmaları ve odaklandıkları alanları genel olarak 3 grupta gruplanmıştır:

- Ürün modelleme ve görselleştirme
- Maliyet modelleme ve analiz
- İş birliği ve iletişim

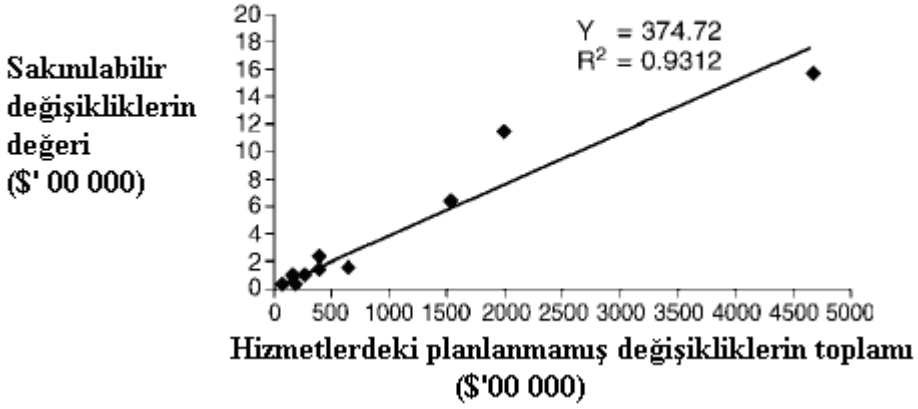
Bu gruplandırma aşağıda detaylandırılmıştır:

Ürün Modelleme ve Görselleştirme:

Bu konunun IFC standartları ile gelişimi sağlanmış ve konu hakkında araştırmalar sürdürülmesine devam edilmiştir. Projelendirme sürecinde zamanın yarısı tasarımlandırma esnasında, %20' si de bunları açıklamakla harcanır [6]. Bu bağlamda 4D CAD yapım sürecini tıpkı bir film çekimi gibi simüle ederek anlaşılırlığı arttırabilir. 4D model de kullanılan ayrıntı düzeyi ve seviye geliştirilip daha ayrıntılı, detaylı ve farklı senaryolarla programlar yaratılabilir [18].

Maliyet Modelleme ve Analiz:

Bu yöndeki araştırmalar maliyet kontrolü ve tahmini konusunda yardımcı olmak amacıyla da kurgulanmıştır. Bu sayede yapım süreci boyunca hangi zaman aralıklarında ne kadar miktarda malzemenin şantiye sınırları içerisinde olması gerektiği yada hangilerinin siparişinin önceden verilip hedef konulan tarihte başlamasına engel olmayacağı hususunda takibinin yapılması sağlanır. İnşaat planlama ve kontrol aşamasında 4D CAD kullanmanın maliyet fayda analizi Fischer[6] tarafından ortaya aşağıdaki grafikle konulmuştur (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : 4D CAD Simülasyonu kullanılarak planlanmamış değişikliklerin değerinin saptanması

İşbirliği ve İletişim:

İnşaat sektöründe müteahhit ve taşeron firmalar birbirinden bağımsız olarak yönetilmektedir. 4D CAD uygulamaları firmaların kendi görev ve sorumlulukları içerisinde ortak bir iletişim aracı olarak aynı çizgide anlaşılmayı amaçlar. Bu kapsamda taraflar öncelikle kendi içlerinde 4D modellemeyi yaptıktan sonra farklı stratejilerle modelin gelişimine katkı sağlarlar.

4D CAD simülasyonları ile çeşitli uygulamalarda gereksinimlerin farklı seviyelere göre sınıflandırılması geliştirilebilir. Bunlar içerisinde ürün modelleme ve görselleştirmenin detaylandırılması yüksek mertebede çok önemli olmayabilir ve orta ölçekte de modellemeler yapılarak tariflenmek istenen objelerle yönetime anlatılabilir. Fakat modelleme ve analiz sürecinde detaylar iş programı açısından oldukça önem taşımaktadır. Özellikle analiz aşamasında proje takım üyeleri tüm bu ayrıntı detaylarına göre önemli kararlar alarak emin bir şekilde proje programına devam etmek isterler. Detaylandırma seviyesini etkileyen diğer önemli bir faktörde simülasyondaki zaman aralıklarıdır. Üretim modelinde haftalık zaman dilimleri bu konuda oldukça idealdir. Bu kapsamda alan odaklanmalarının bazı temel 4D CAD nitelik gereksinimleri açısından değerlendirmesi de Çizelge 3.1'de sunulmuştur.

Çizelge 3.1 : 4D Simülasyon uygulaması için nitelik gereksinimleri [6].

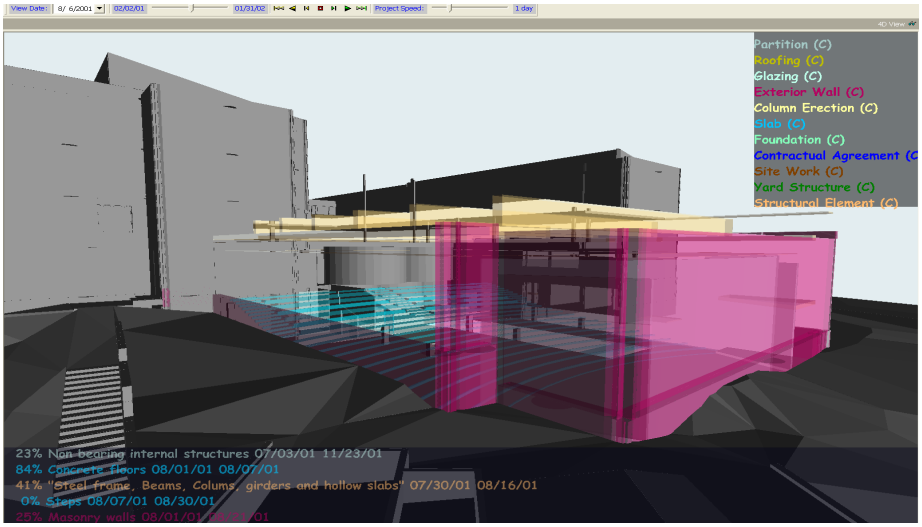
Alan Odaklanmaları	**Nitelik Gereksinimleri**		
	4D Simülasyon ile etkileşim seviyeleri	Grafik sunum seviyeleri	Simülasyon dinamizmi seviyeleri
Ürün Modelleme ve Görselleştirme	DÜŞÜK	YÜKSEK	DÜŞÜK
Maliyet Modelleme ve Analiz	YÜKSEK	DÜŞÜK	YÜKSEK
İşbirliği ve İletişim	YÜKSEK	DÜŞÜK	YÜKSEK/DÜŞÜK

3.3 4D CAD Yaklaşımının Faydaları

Günümüzde uygulamada kullanılan 4D CAD yazılımlarının kullanıcıya yada kullanan firmaya birçok katkısı ve faydası vardır. Bu uygulamalar öncelikle farklı disiplin gruplarıyla iç içe çalışmayı ve deneyimleri paylaşmayı desteklemektedir. Geleneksel çalışmalardan daha ayrıntılı ve kapsamlı modelleme ve simülasyona izin

vererek, planlama analizlerinde kolaylık sağlarlar. (Şekil 3.4) Uygulamaların kullanımı projelendirme aşamasında doğru karar vermede ve esnek tasarımın oluşturulmasında katkı sağlayıcı olmaktadır. Aynı zamanda üretimin mümkün ve uygulanabilir model ile takibine katkı sağlar ve yol gösterici olur. Bu yaklaşımın faydaları arasında kaliteli tasarım, etkin maliyet tahmini, ve yapım yönetiminde sağlanan kolaylık yer almaktadır [27]. 4D CAD bu sebepler ile miktarsal olduğu kadar kalite anlamında da ölçülebilir ve karşılaştırılabilir yarar sağlamaktadır [19].

4D CAD modelleme; mimari tasarımla başlayan süreçte proje çizimleriyle ilgili hataların ortadan kaldırılması ve yapılabilecek yanlışları geç olmadan görülmesi imkanı sunmaktadır. Bir diğer taraftan avan projelerin oluşumu ve kesin projelerle desteklenen süreçte 4D CAD kullanımı ile metraj çalışmalarına da katkı verilerek yapım öncesi tahmini maliyet oluşumunu hesaplamada yarar sağlamaktadır [28].

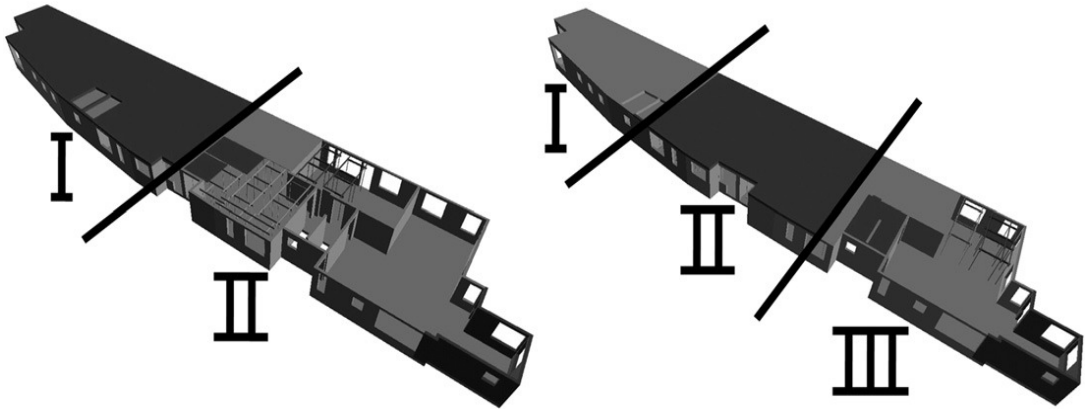


Şekil 3.4 : HUT-600 uygulama modelinden farklı yapım aktivitelerine ait görünüm [27].

4D CAD kritik ve kritik olmayan aktiviteleri değişik renklerle simgeler ve görünüşte algılamada kolaylık sağlar [18]. Ayrıca taşeron programının koordinasyonunu, programa bağlı kalınarak amaç doğrultusunda ilerleme, fazla mesai yapılıp yapılmayacağı, iş takibi gibi konularda projenin her bir konumunda görsel simülasyon modelinden takip imkanını sunmaktadır [29].

4D CAD programları ile aynı zaman dilimi içerisinde belirli bir noktada çakışan farklı imalat gruplarının değerlendirilmesi ve buna ilaveten verimlilik kaybının önlenmesi amaçlı tedbirler alınarak, imalat çakışmasından meydana çıkabilecek bazı problemler engellenmiştir.

4D CAD de bir diğer önemli özellik de ayrıntı düzeyinin kullanıcı tarafından belirlenmesi sağlanarak istenilen türde programın hazırlanabilmesine olanak sağlamasıdır. Simülasyon modeli yapının büyüklüğüne göre konumlandırılmasında belli parçalara bölünerek gruplandırılabilir (Şekil 3.5) ve model üzerinde imalata eş modelleme veya farklı alternatifleri gündeme getirmek söz konusu olabilir [30].



Şekil 3.5 : Gruplandırmaya örnek bir kesit görünüşü [30].

Çizelge 3.2'de ifade edildiği gibi 4D CAD ve CPM yöntemleri görselleştirme, birleştirme ve analiz açısından üç ana grupta kıyaslandığında aralarında farklı bazı özellikler mevcuttur. Bu özelliklerde yazılımlar arasında birbirlerine göre Çizelge 3.2'de belirtilen avantaj ve dezavantajları doğurmaktadır.

Çizelge 3.2 : 4D CAD kullanmanın diğer geleneksel yöntemlerden olan CPM ' e göre avantajları[31].

		CPM PROGRAMLARI	4D CAD
GÖRSELLEŞTİRME ARACI	Görselleştirme ve inşaat sürecini yorumlama	Objelerin kullanıcı zihninde görselleştirilmesi	Yorumlama sürecinde yardımcı olmak
	Zaman-mekan çakışmalarını önceden görebilmek	Sadece programla keşfetmek oldukça zor	Tanımlanabilir potansiyel çakışmalar
	Değişikliklerin etkisini taşıma	Sadece programla keşfetmek oldukça zor	Açık ve belirgin bir şekilde gösterim
BİRLEŞTİRME ARAÇLARI	Tasarım ve yapım bilgilerinin formüle edilmesi	Parçalanmış, doğrusal tesiste üretim sürecine dayalı	Birleştirme, bilgi paylaşımı
	Proje katılımcılarına karşı etkileşimi sağlama	Etkileşime dayalı değil	Etkileşime dayalı
	Tasarım kararlarına yardım	Destekleyici olmaz	Mümkün kılınabilir tasarımı sağlar
	Tasarımda geribildirim sağlama	Belirli ölçüde geri dönüşüm	Geri bildirime teşvik
ANALİZ ARAÇLARI	Maliyet ve verim analizlerini destekler	Desteklemez	Daha kolay tespit eder
	Güvenlik tehlikelerine karşı önlem	Desteklemez	Daha kolay tespit eder
	Çalışma alanına kaynak tahsisi	Desteklemez	Daha kolay tahsis eder
	Verimlilik değerlendirme çalışmaları	Desteklemez	Alternatif senaryoların yaratılmasına izin verir.

4D CAD kullanımı aynı zamanda büyük ve prestijli projelerde uygulanabilir olmasından dolayı referans olarak gösterilebilir ve görsel boyutta da kazanç sağlar [32].

4D CAD uygulamalarının faydalarını gruplamak gerekirse;

3.3.1 Ekonomik faydalar

4D CAD programları ticari amaçlar için kullanılabilir [18]. Belli oranlarda yapı maliyetini %10 ve daha üstü miktarda aşağıya çeker [33]. 4D CAD yüksek oranda

maliyet azalması, kaliteli ve güvenli bir inşa ve verimli bir iş programı için de altlık oluşturmaktadır [34]. Teklif verme aşamasında 4D model eldeki mevcut bilgi ve projelerle değerlendirilip simülasyonu yapıldığında, sonuçlar verilen teklifin fiyat açısından diğer firmalar arasından sıyrılmasını kolaylaştırıcı yönde olmuştur [35]. 4D CAD ayrıca zamanın üretim ve verimle olan etkileşiminin maddi boyutta değerlendirilmesini sağlar [20].

3.3.2 Karar sürecindeki faydalar

Kararı, bir karar durumu ile karşılaşıldığı anda proje yöneticisine ve onun deneyimlerine bırakmaktansa ortak bakılan pencereden ve durum öncesinde yapılan tespitlere bağlı kalarak sağlamaktadır. Bu sayede karar sürecinde oluşabilecek insan hatalarını veya yanlış anlamaları ortadan kaldırmış olmaktadır [18].

3.3.3 İletişim ve organizasyondaki faydalar

Çeşitli proje katılımcıları için anlaşılabilirliği sağlar ve ortak bir dil oluşturur [18]. Koordinasyon problemlerini ortadan kaldırır. Öğrenci ve mühendis adayları için kendilerini geliştirmede, akademik alanının yanı sıra planlamayı pratikte de (simüle ederek) uygulama imkanını sağlar [33].

3.3.4 Planlamadaki faydalar

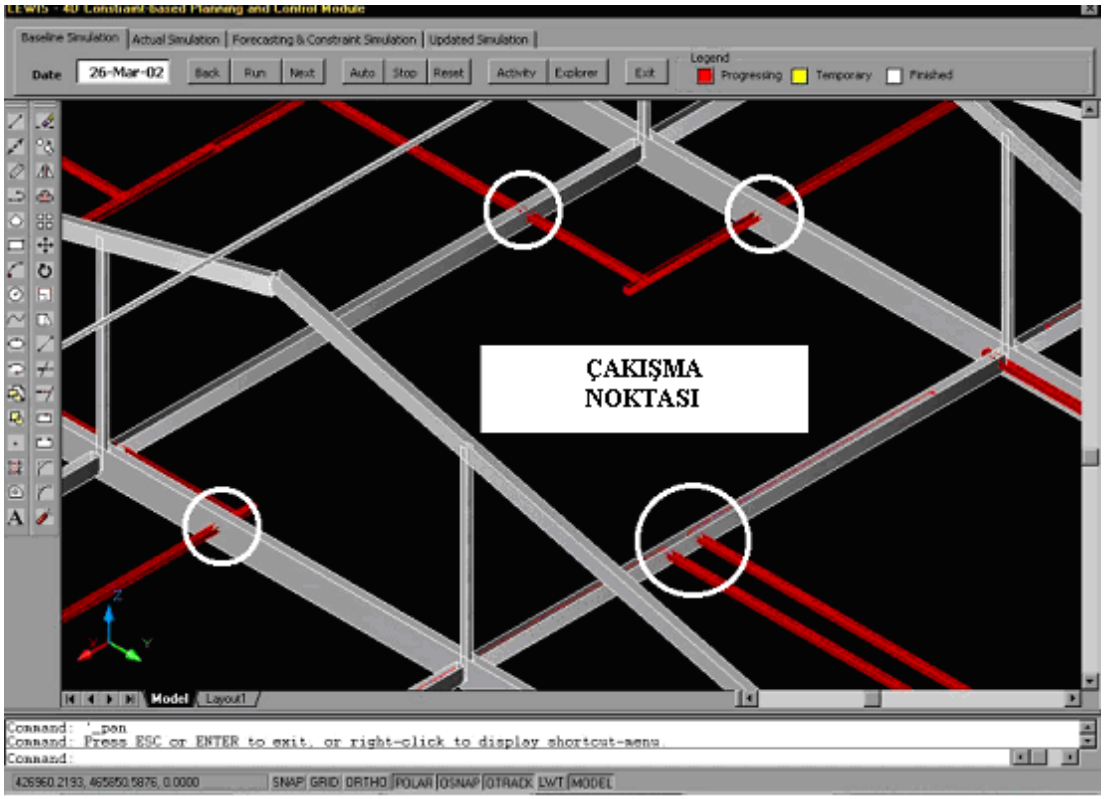
Kısıtların ortadan kaldırılmasında daha gerçekçi bir planlama ve sorunlara önceden müdahale etme ve alınacak kararlar için doğru kararı vermede yol gösterici olmaktadır. Planlama esnasında farkına varılamayan yada gözden kaçırılmış aktivitelerin ortaya çıkmasını sağlar [18]. 4D CAD belli zaman dilimlerinde güncellenerek projede belirtilen tarihler içinde son konumuna getirilebilir [25]. Belirsizlik ve riskleri azaltarak %90 mertebelerinde programa uyumlu gerçekleşme sağlar [33]. Haftalık yapılan periyodik değerlendirmeler sonucu iş programında meydana gelen sapmaların hangi bölgelerden kaynaklandığını görselleştirebilmek ve o bölgelerde sebebin nerden kaynaklandığını görebilme imkanı verir [8].

3.3.5 Yapım sürecindeki faydalar

Farklı inşaat proje tiplerinde uygulanabilir. 4D CAD kullanımı ile yapım süresi kısaltılabilir [33]. Projenin nasıl ve ne şekilde yapılacağıyla ilgili tüm süreçleri simüle ederek belirsizlikleri ortadan kaldırır [36]. 4D CAD sonradan oluşabilecek

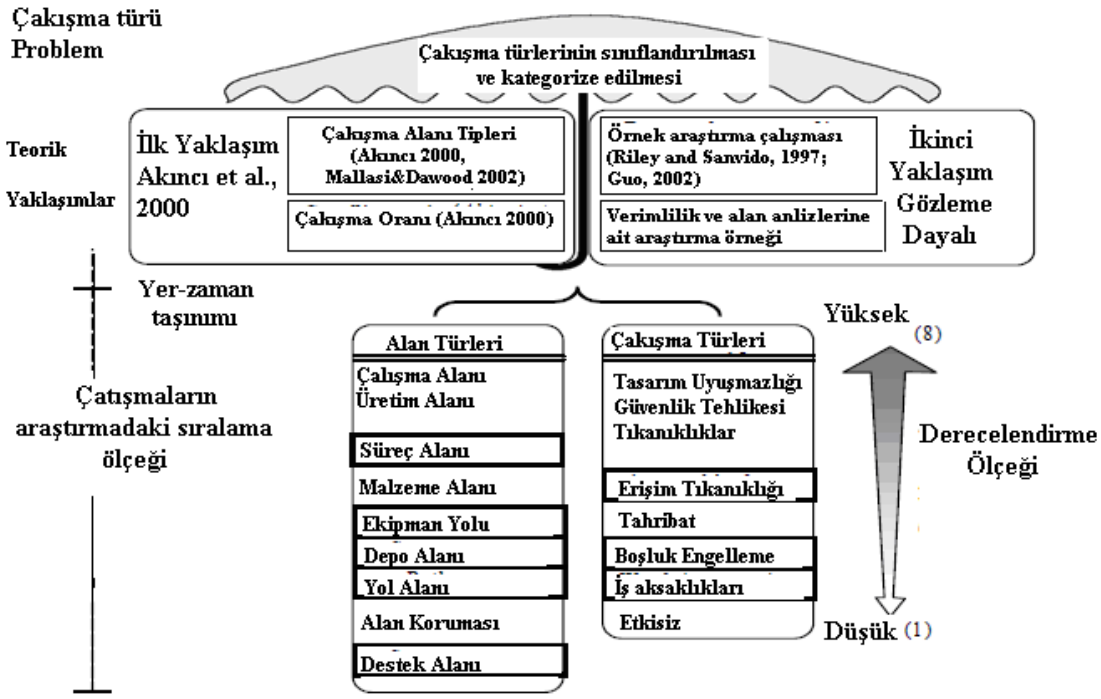
problemlerin ve çakışmaların simülasyon ile ortaya çıkmasını sağlar ve bu sayede problemlerin oluşmadan önünü keser [18].

Bu kapsamda çatı destekleri ile kablo tavalarının çakışmasının simülasyonuna bir örnek ilkokul inşa projesinin 4D uygulaması Şekil 3.6'da gösterilmektedir [8].



Şekil 3.6 : Aktiviteler arası çakışmaya bir örnek [8].

4D CAD uygulamaları ile çakışmaların olduğu yerleri, türleri ve bu bağlı olarak imalata ne derecede ciddi zorluk teşkil edip edemeyeceği konusunda Şekil 3.7 'de belirtilen sınıflandırmalarla teorik bir yaklaşım da geliştirimiştir. [26].



Şekil 3.7 : Çalışma alanı içerisindeki çakışmaların sınıflandırılarak derecelendirilmesine yönelik teorik bir yaklaşım [26].

4D model dosyalarının elektronik ortamda paylaşımı, malzeme temininden yapım aşamalarına kadar olan tüm süreçleri bir arada görmeyi sağlar ve böylece tüm proje katılımcılarının uygulamadaki yapım süreçleri hakkında bir fikri olmuş olur [37].

3.3.6 Uygulamacılara faydaları

4D CAD,yeni planlamacılar için deneyim kazanmaları konusunda yardımcı olur [6], [33]. Planlama sürecine ait veri oluşturma ve arşivleme konusuna katkı sağlar. Üretilen ve arşivlenen veriler; gelecekteki projelerde uygulama süreçlerinin yönetiminde, maliyet ve bütçe tahminlerinde de kullanılabilecektir [37].

3.3.7 Bina ve iş güvenliği yönünden faydalar

4D simülasyonlar ile binanın yapım sürecinde emniyet çıkışları dinamik olarak belirlenebilecektir. [38]. Etkin iş gücü ve kaynak yönetimi ile oluşabilecek iş kazalarının önüne geçilerek iş güvenliğinin artmasına ve verimliliğin düşmesine engel teşkil edebilecek çeşitli faktörlerin ortadan kalkmasını sağlamada yardımcı olacaktır [36].

3.3.8 Kıyaslama imkanı yönünden faydalar

4D CAD ile modellemede, CAD içindeki yapı elemanlarına farklı katmanlar atayarak boşluk tanımlarını da yapma imkânımız bulunmaktadır. [39]. 4D modeller, benzer simülasyon modelleri ile birlikte kullanıldığı zaman farklı projeler için performans ve zaman-mekan bilgisini karşılaştırma imkanını da sağlar [34].

3.3.9 RFID ve 4D CAD' in faydaları

4D CAD modelleri, RFID teknolojileri ile birlikte kullanıldığı zaman kontrol, görsellik ve yönetim boyutunda aktif fayda sağlarlar. RFID teknolojileri veriye kolay ulaşılması ve denetleme anlamında 4D CAD uygulamalarına destek sağlayabilmektedir[40].

3.3.10 Yatırım geri dönüşümü'nün sağlanması

4D CAD uygulamaları direkt ve endirekt olarak aşağıdaki sebepler ile yatırım geri dönüşümünü sağlamaktadır.

- %3-10 arasında maliyeti azaltarak, planlama süreçlerinde gereksiz iş gücü ve çalışmayı azaltır.
- Tasarımda taraflar arasında yanlış anlamaları ortadan kaldırır
- Dokümantasyonu azaltır
- İş programı hatalarını azaltır
- Planlanan ile gerçekleşen arasındaki farkları mukayese ile izleyebilme imkanı verir
- Program revizelerini ve beklenmeyen değişiklerin ortaya çıkmasını iyi bir planlama ile minimize eder
- Proje programı ve iş programı senkronizasyonunu sağlar [38].

3.4 4D CAD'in Faydalarına Yönelik Yapılmış Örnek Bir Çalışma

4D CAD in faydalarını ortaya koymak amacı ile, farklı yaş grupları ve seviyelerdeki kişilerle deneysel olarak bir çalışma yapılmıştır. Bu bölümde bu çalışma özetlenecektir. Çalışmada farklı yaş gruplarındaki ve eğitim düzeyindeki kişiler 2D CAD ve 4D CAD olmak üzere iki sınıfa ayrılmıştır. Öncelikle 2D CAD grubunda

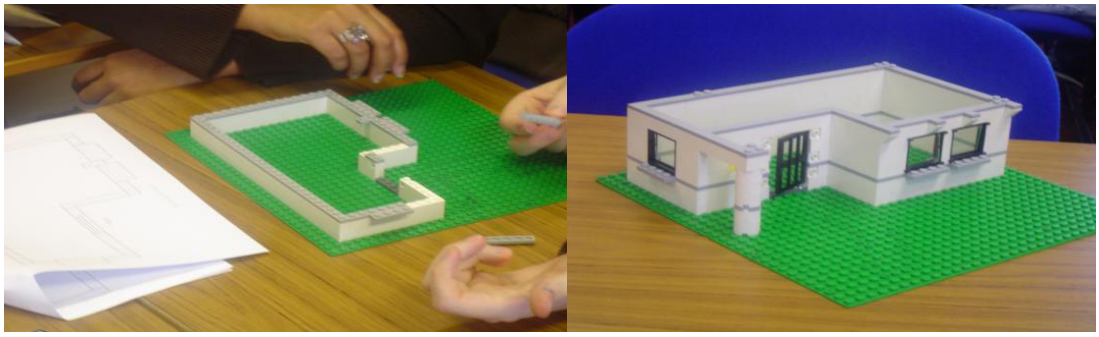
sadece 2 boyutlu çizim ve bu konudaki programın işleyişi hakkında bilgi verilmiş, 4D'nin olduğu grupta 4D simülasyonu ve program hakkında katılımcılara bilgi sağlanmıştır. Gruplara 15 dakikalık süre içerisinde yapı ve yapım programı ile ilgili olarak gerekli bilgileri almaları ve sonrasında verilen Legolarla yapıyı inşa etmeleri istenmiştir.

Deney sonucunda 4D CAD grubunun daha başarılı olduğu; hedefe daha kısa sürede gerekli Lego sayısıyla, daha az bilgi yada tekrarlamaya gerek duymadan yapımı bitirdikleri ve ayrıca 4D CAD sayesinde modelin anlaşılabilirliği ile etkin iletişim ve hedefe ulaşmada daha etkili oldukları görülmüştür.

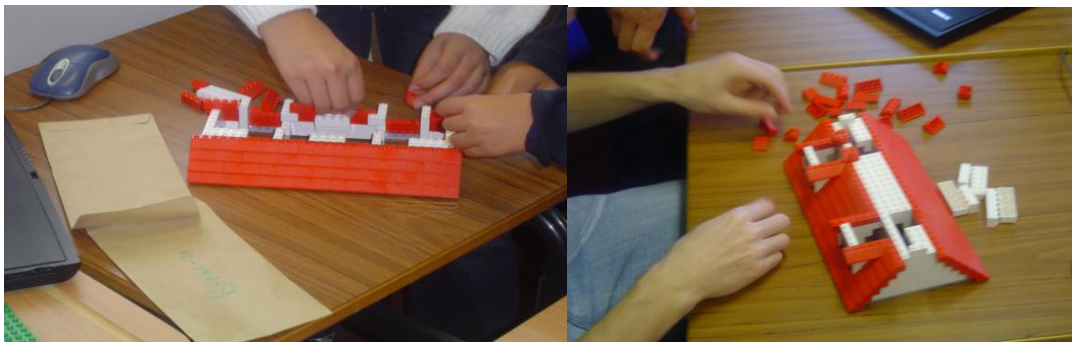
Bu sonuç 4D model kullanımının anlaşılabilirliği arttırdığını göstermiş, ayrıca kullanıcılar imalat kalemleri arasındaki ilişkiyi ve imalat sıralamalarının nasıl olduğunu anlayıp yorumlayarak, etkin grup içi iletişimle başarıya ulaşmışlardır [41].

Bu deneyde 4D CAD modelleme'de farklı disiplin gruplarıyla çalışmanın avantajları da değerlendirilmiştir. Sonuçlar göstermektedir ki disiplinler farklı olsa dahi ilgi alanıyla, bilgi birikimiyle, kapasiteyle, kişisel yetenek ve eğitim düzeyiyle etkin modelleme arasında doğru bir orantı bulunmaktadır.

Şekil 3.8 -3.14' de çalışma esnasındaki görüntülere yer verilmiştir.



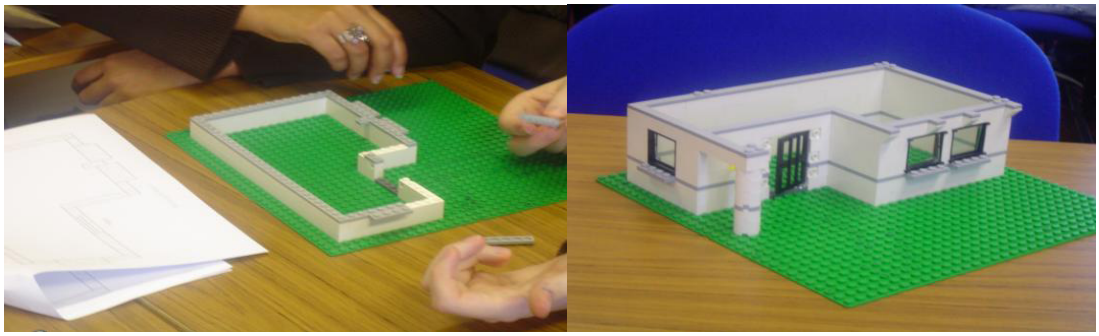
Şekil 3.8 : Adım adım evin alt bölümünün montajı



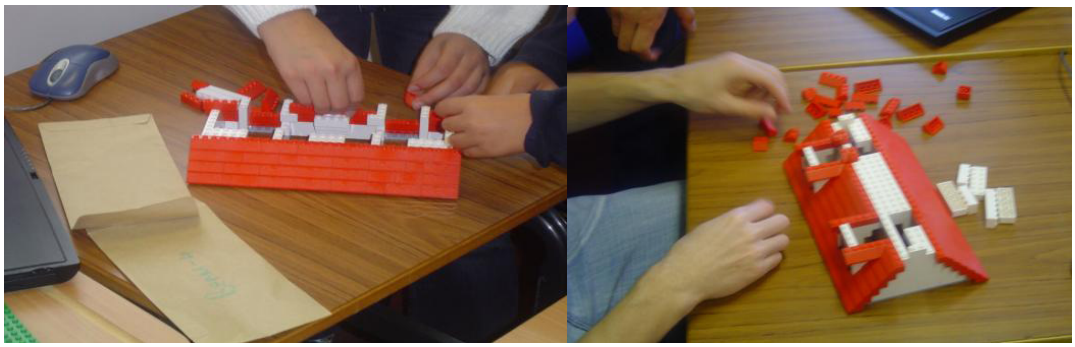
Şekil 3.9 : Adım adım evin üst bölümünün montajı



Şekil 3.10 : Uygulamada kullanılan proje görünüşünden kesit [41].



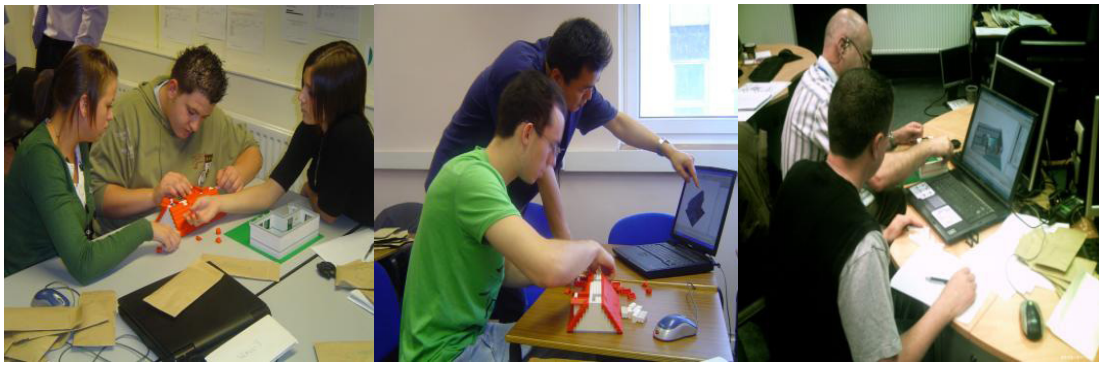
Şekil 3.11 : Adım adım evin alt bölümünün montajı



Şekil 3.12 : Adım adım evin üst bölümünün montajı



Şekil 3.13 : 2D Katılımcılarının Çalışması



Şekil 3.14 : 4D Katılımcılarının Çalışması

Şekillerde çalışma esnasındaki görüntüleri ve grupların işbirliği içerisinde organize olarak eldeki materyallerle yaptıkları çalışmalara yer verilmiştir.

4. 4D CAD UYGULAMA ÇERÇEVESİ

4D CAD uygulamaları için birçok yazılım piyasaya sürülmüş ve her biri kendi içinde farklı alternatifler sunarak seçim kullanıcıya bırakılmıştır. Çeşitli projelerde farklı yazılımlar kullanılarak örnek uygulamalar sektör içerisinde paylaşılmış ve yapılan değerlendirmeler ile kullanıcı görüşleri alınmış , istekler doğrultusunda da güncellenerek yazılımların geliştirilmesi sürdürülmüştür.

4.1 4D CAD Yazılımları

4D CAD programlarının öncelikli amacı proje planları ve bunların gelişimine yardımcı olmaktır. Bu amaçla uygulamalar, simülasyonlarla desteklenerek proje yapım döngüsü boyunca destek sağlanmaktadır [6].

Sektör içinde kullanılan bazı yazılımların birbirleriyle mukayeseleri Çizelge 4.1'de verilmiştir. Farklı özelliklerden yola çıkarak kullanıcı kararına bırakılan ve fonksiyonelliğe-işlevselliğe bağlı olarak bazı özellikleri tablo da incelenmiştir.

Çizelge 4.1 : Ticari 4D Programlarının teknik açıdan karşılaştırması [6]

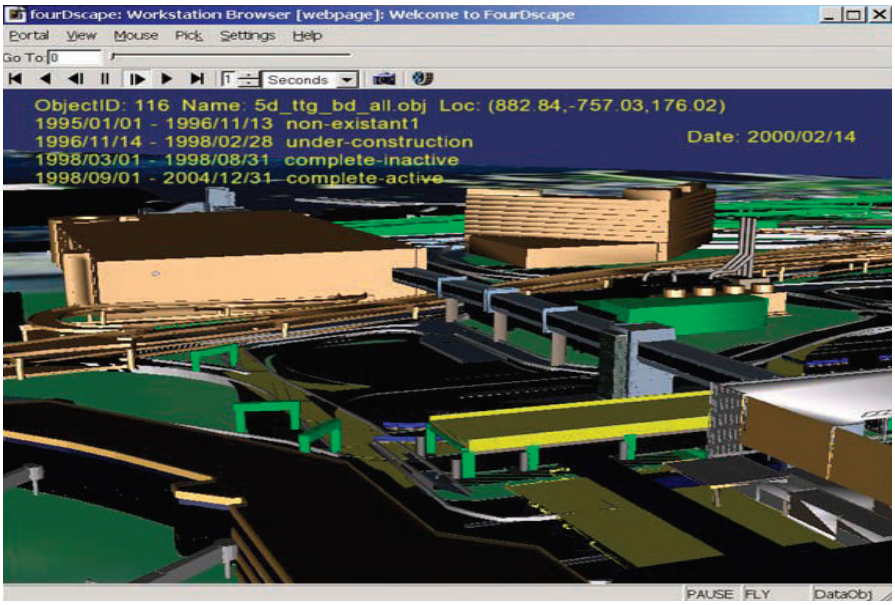
İSİM	VAR OLAN CAD PAKETLERİNE ATAMA	BAĞIMSIZ PAKET	YAPIM SÜREÇLERİNİN ELLE ATANMASI	FORMÜLE EDİLMİŞ PBS-WBS'E ATAMA	İSTENEN CAD VERİ TİPİ	IFC UYUMLU	PLANLAMA PROGRAMLARIYLA DESTEKLİ	GÖRSELLEŞTİRME ARACI	WEB UYUMU	3DMODEL GÜNCELLEMELERİ	3D OBJE GRUPLANDIRMA	GERÇEK ZAMANLI 3D NAVİGASYONU
BENTLEY SCHEDULE SIMULATOR	HAYIR	EVET	EVET	HAYIR	Microstation	HAYIR	PRIMAVERA	INTERNAL BENTLEY 3D FORMAT	HAYIR	HAYIR	MANUEL	HAYIR
COMMON POINT 4D	HAYIR	EVET	EVET	HAYIR	AUTOCAD VRML	EVET	MS PROJECT PRIMAVERA	VRML,3D STUDIO MACROMEDIA SHOCKWAVE AUTOCAD DWG	HAYIR	EVET	MANUEL	EVET
SMARTPLANT REVIEW	HAYIR	EVET	EVET	HAYIR	VR3D OBJELER (VRML)	HAYIR	MS PROJECT PRIMAVERA	INTERNAL 3D FORMAT	HAYIR	EVET	MANUEL	HAYIR
PROJECT NAVIGATOR	HAYIR-EKLENEBİLİR WEB BROWSER	EVET	EVET	HAYIR	VR3D OBJELER (VRML)	HAYIR	YOK	VRML,3D	EVET	HAYIR	MANUEL	EVET
FourDviz	HAYIR	EVET	EVET	HAYIR	3D CAD VERİ DXF	HAYIR	YOK	INTERNAL 3D FORMAT	HAYIR	EVET	MANUEL	EVET
VISUAL PROJECT SCHEDULER	HAYIR	EVET	EVET	HAYIR	DXF	HAYIR	YOK	OPENGL	HAYIR	HAYIR	MANUEL	EVET

4.1.1 Takvim Simülatörü - Bentley sistemleri

Takvim Simulatörü; Jacobus teknolojisi tarafından geliştirilmiş ve ortaya çıkartılmıştır. Primavera ve Office Project gibi iş programlarıyla ortak çalışırlar. Çizimler içinse CAD programlarıyla birlikte çalışmaktadırlar. CAD ve iş programı dosyaları hazırlandıktan sonra birleşimleri sistem içerisinde yapılır ve tüm aktiviteler kullanıcı seçimine bırakılarak birbirlerine bağlanır ve ilişkileri kurulur [6].

4.1.2 SmartPlant®- Intergraph Incorporated

Primavera veya Office Project ile iş programı ana yapısı kurulduktan sonra bağları ister elle istenirse de otomatik olarak kurulup simülasyon elde edilebilir. Nesneler arasındaki ilişki kullanıcıya bırakılıp imalat sıralamasında bitmiş olan aktivitelere çeşitli renk yada gölgelendirmeler verilerek diğer aktivitelerden ayrılması sağlanabilir [6]. Yazılımın uygulama penceresinden görünüşü Şekil 4.1' de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 : SmartPlant®Integraph Incorporated yazılım görüntü penceresi[42]

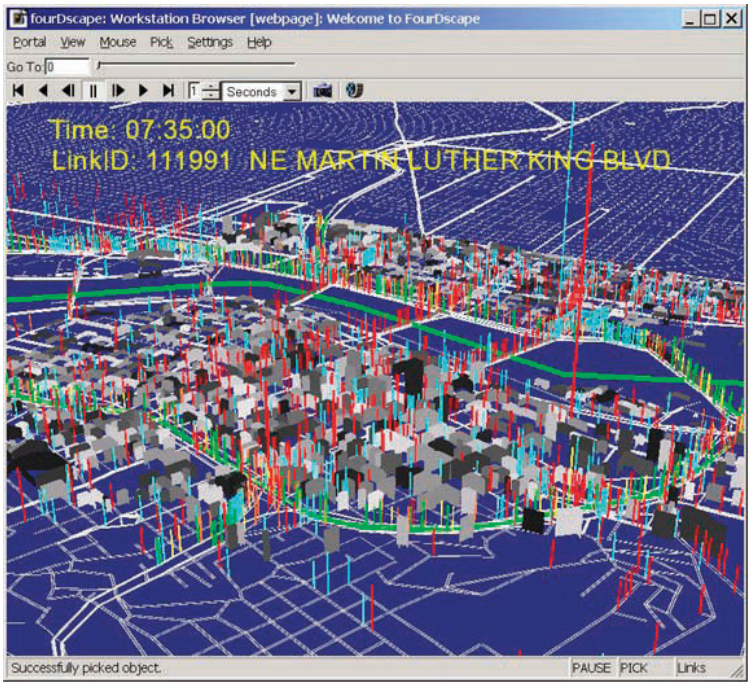
4.1.3 Project Navigator 2000 - VirtualSTEP

3 Boyutlu objelerin Autocad ortamında tasarımını yaptıktan sonra iş programıyla senkronizasyonu gerçekleştirilip 4D programı oluşturur. Kullanıcıya kaynak ve maliyet girişleri içinde izin verir [6].

4.1.4 FourDviz – BALFOUR Technologies LLC/Infinity Technologies

3 Boyutlu objeler modellenir ve atamaları yapılarak sistem içerisine dahil edilir**.** Öncelikle, tarihlerle nesneleri birbirleriyle ilişkilendirip hesaplamasını yapar ve dinamik bağlantılar kurar [6]. Kullanıcıya objeleri görünüş ve belirtilen zaman dilimi içerisinde göstererek istenilen zamanda müdahale etme şansı verir. FourDviz teknolojileri kritik yol analizi hesaplamak için kullanılmaz. Boston'un Logan havaalanı yenileştirme programı ilk olarak, bir inşa planlaması ve idare yazılımı olarak FourDviz kullanılarak görselleştirilmiştir. Genellikle uygulama alanları olarak havaalanı, taşımacılık planlaması, tesis alanları ve lojistiğinde kullanılmıştır [42,43].

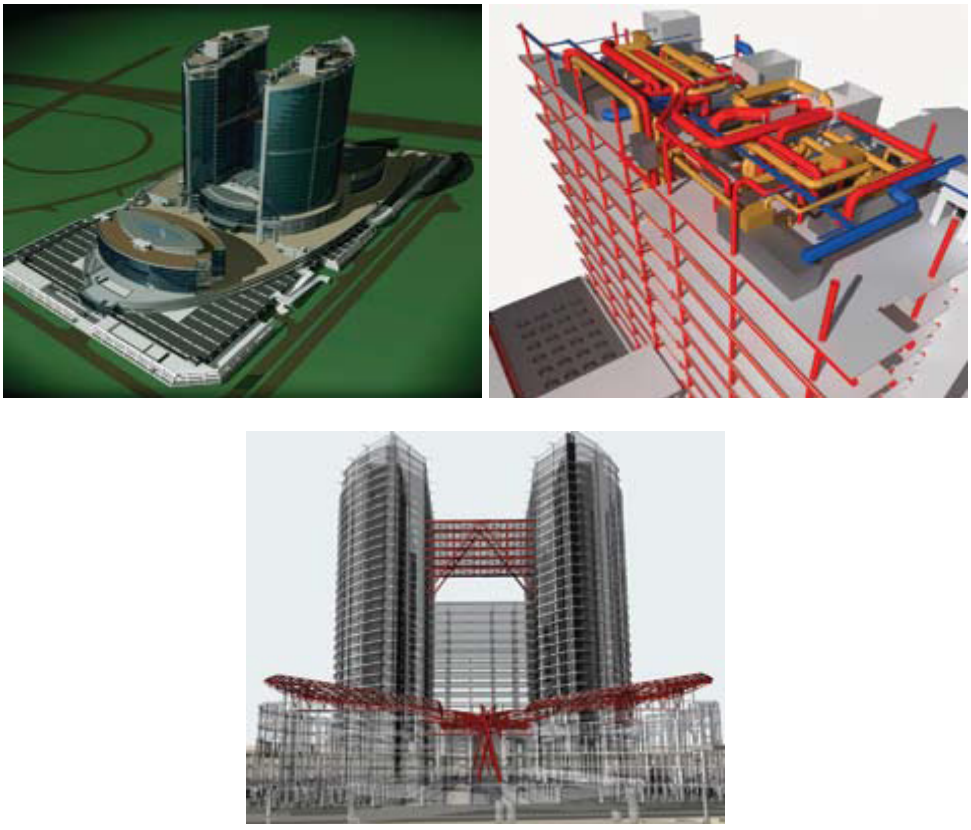
Uygulamalar arasında Portland- Oregon eyaletinde şehrin trafik modellemesi için altyapının hazırlanmasından bir görünüşe Şekil 4.2'de yer verilmiştir. Ulaşımda efektif bir şekilde trafik yolunun kullanımı için bazı tahminleri gözlemlemek üzere FourDviz ile kurgulanmıştır [42].



Şekil 4.2 : Örnek bir şehir uygulama çalışmasından görüntü [42].

4.1.5 Vico Software

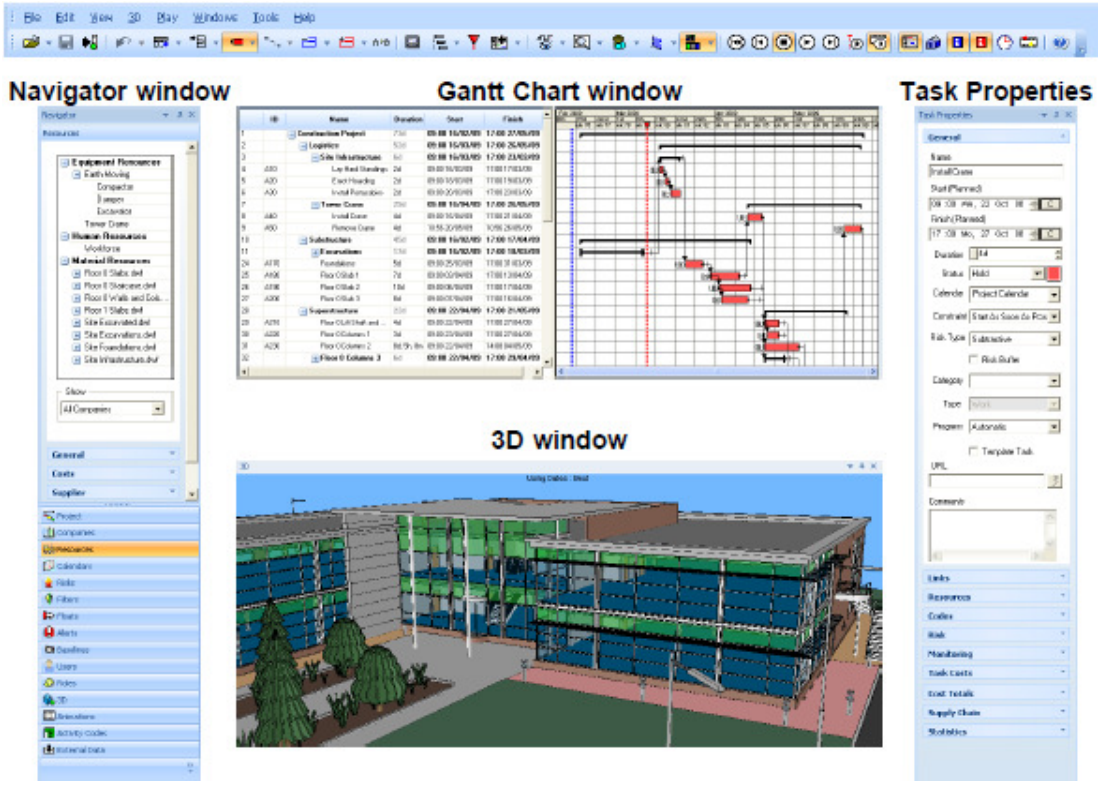
5D teknoloji tabalı çalışan yazılım 3D+ Time+ Cost olmak üzere beşinci boyutunu maliyetin eklenmesiyle oluşturmaktadır. Vico Software diğer yazılım türlerinden 5.boyutuyla ayrılmaktadır (Şekil 4.3). İlk olarak 2005 yılında kullanılmaya başlanılmıştır. Bina sahipleri, inşaat firmaları, yöneticiler; maliyetleri yönetmek, riski azaltmak, karmaşık yapı projelerini düzenlemek üzere programı kullanabilirler. Yazılım aynı zamanda girilen objeler için metraj hesabını da yaparak miktarlarla ilgili bilgi de vermektedir. Revit ve Navisworks ile de beraber çalışmaktadır [44].



Şekil 4.3 : Vico Software Yazılımından Kesitler[44].

4.1.6 SYNCHRO yazılımı

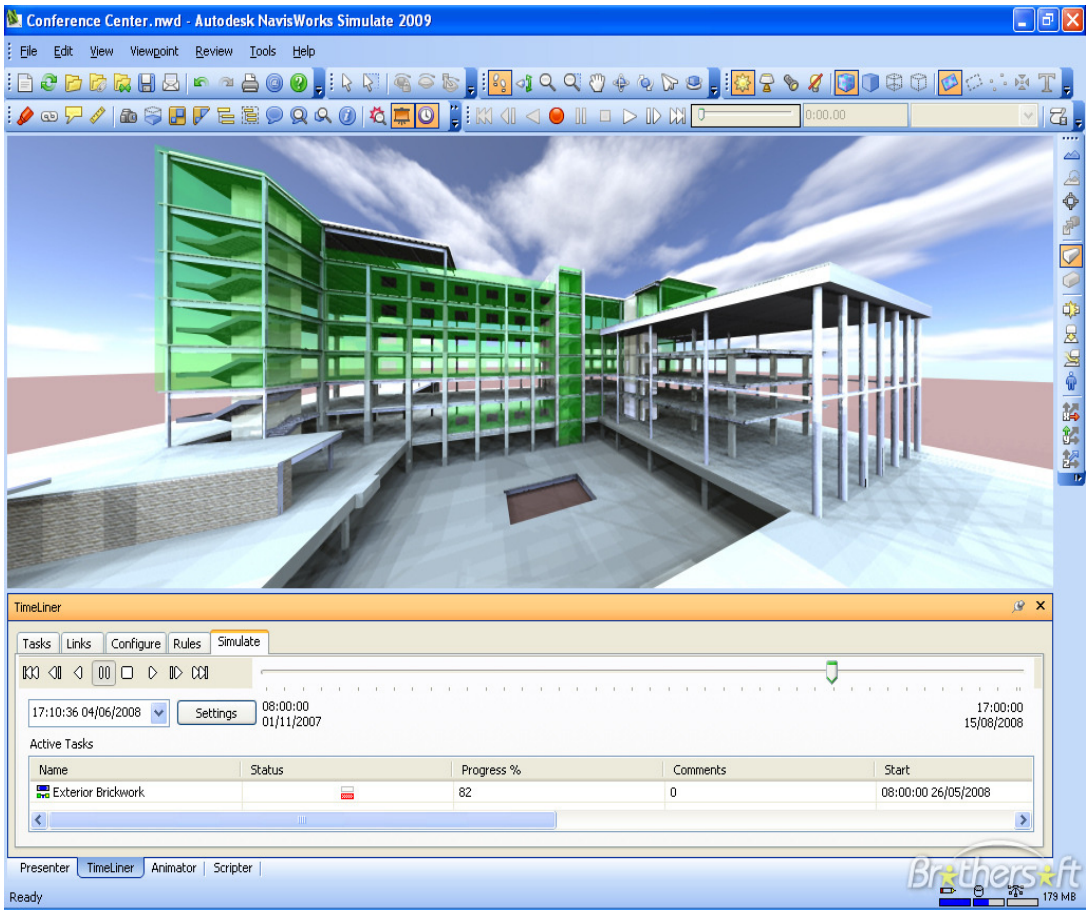
İlk olarak 2001 yılında inşaat sektörüne hizmet vermeye başlamıştır. 4D teknolojilerine tabanlık oluşturan yazılım da 3 boyutlu bina elemanlarının iş programıyla birbirine bağlanması sonucu model oluşturulmaktadır (Şekil 4.4). Yazılım aynı zamanda Primavera, Office Project, ASTA, TechSoft3D, Objectivity, Autodesk ve Google gibi programlarla da senkronizasyon sağlayıp, veri akışında kullanıma yardımcı olmaktadır. Kullanımı oldukça kolaydır [45].



Şekil 4.4 : Synchro Yazılım Uygulama Penceresinden bir görüntü[45].

4.1.7 NAVİSWORKS yazılımı

Autodesk ve Primavera Project Planner ile hazırlanmış modelleri girdi olarak kabul eder. JetStream tarafından geliştirilmiştir. Navisworks yazılımı proje döngüsü boyunca kalite ve verimliliği arttırır. Yazılım özellikle bina,sanayi ve marina inşaatlarının planlama ve yönetiminde kullanılır (Şekil 4.5). Proje takım üyeleriyle ortak bir çalışma alanı oluşturur ve zamanın verimli kullanılmasını sağlar, faydayı arttırır, değişimleri düzenler, iş akışı süreçlerinin oluşumlarını sağlar. Tüm CAD tabanlı programlarla ortak çalışma alanına sahiptir [46].



Şekil 4.5 : Navisworks Yazılım Uygulama Penceresinden bir görünüş [46].

4.1.8 4D CAD Yazılımlarında ortak noktalar:

Özetle 4D CAD, Stanford Üniversitesi'ndeki merkez birim tarafından ortaya çıkartılmış bir araçtır. 4D CAD, Planlama ve CAD yazılımları ile uyumlu olarak çalışıp iş programları ile Autocad dwg-dxf uzantılı dosyalarla da okunur hale getirilir. Nesnelerin süreç bağlantıları el ile yapılır ve aynı zamanda bir veya birden çok görev atanabilir. Zaman ölçekli detaylı bir düzeyde çalışma için bu atamalar yapılmaktadır ve alternatif senaryolarla da desteklenmektedir [6].

4.2 Kullanım ve Fonksiyonlar

4.2.1 Temel çerçeve

Planlanan ve gerçekte 2 boyutta çizilmiş olan CAD tasarımları, 3.boyuta yani z ekseninde derinlikleri de verilerek, 3 eksenli bir çalışmayla tamamlanmış olması gerekmektedir. 4D CAD kullanımında dikkat edilmesi gereken diğer bir hususta

yazılımın kullanım amacına uygun olmasıdır. Bir planlama aracı olarak mı, simülatör, görsel verici olarak mı, müşteri-mal sahibi bilgilendirilmesi yada taşeron imalat takibi aracı v.b. gibi hizmetler için mi kullanılacak bunların kararına varılır [18].

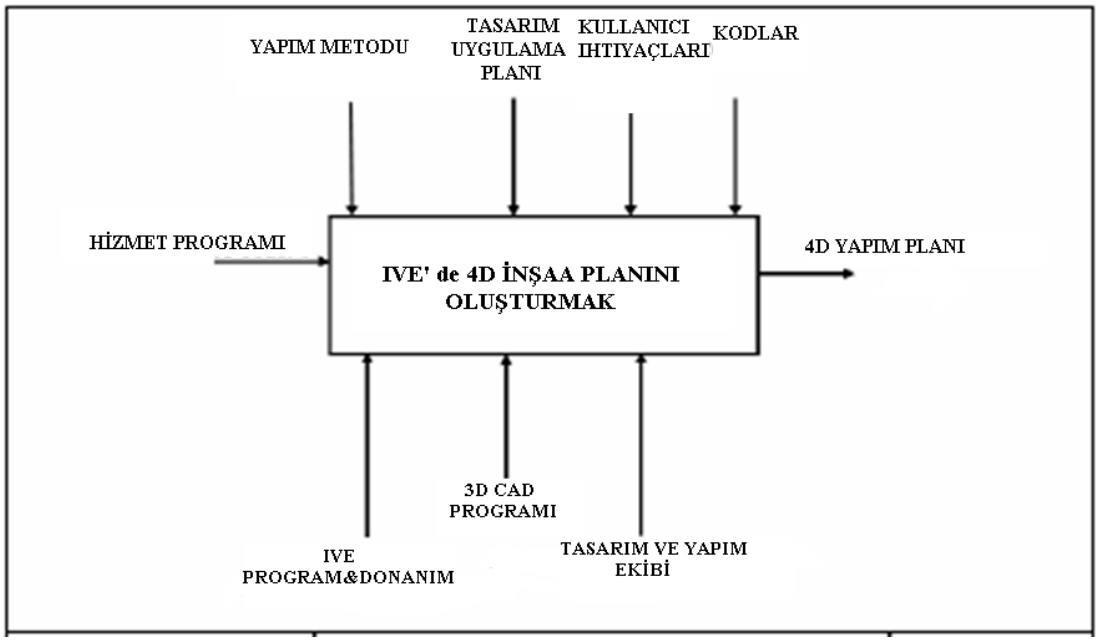
Projede faaliyetlerin sıralarının CPM bar diyagramlar halinde mantıksal bir bağı kurulduktan sonra bağ haritaları ile temsil edilebiliyor olmasına rağmen gözde canlandırma imkanının olmaması tasarımcıların ve planlamacıların ortak bir dille konuşmasına engel olmaktadır.

Oldukça zaman alıcı bir süreç olan, objelerin 3. boyuta aktarımı, iş programı oluşturulması, detay düzeyinin belirlenerek çalışmaların yürütülmesi proje boyutuna, eldeki kaynaklara, zamana, gelen taleplere göre değişebilmektedir.

Program kullanılırken dönem dönem yada belirlenen zaman periyodların da 4D CAD yazılımı güncellenmeli ve son haline getirilmelidir. Bu sayede yeni kararlar da alınabilir veya geliştirilebilir.

Hiçbir taşeron çoğunlukla kendi programını bu yazılım aracını kullanarak yapmaz. Onlar sadece önlerini görebilmek amacıyla kendilerine göre kısmi programlar yaparak işin sonuyla ilgili çıkarımlarda bulunmaya çalışırlar. Gerektiğinde uygulama esaslarını müteahhit taşerona kendince uygun bulduğu şekliyle sunar ve zamanında işin teslim edilmesini ister [18].

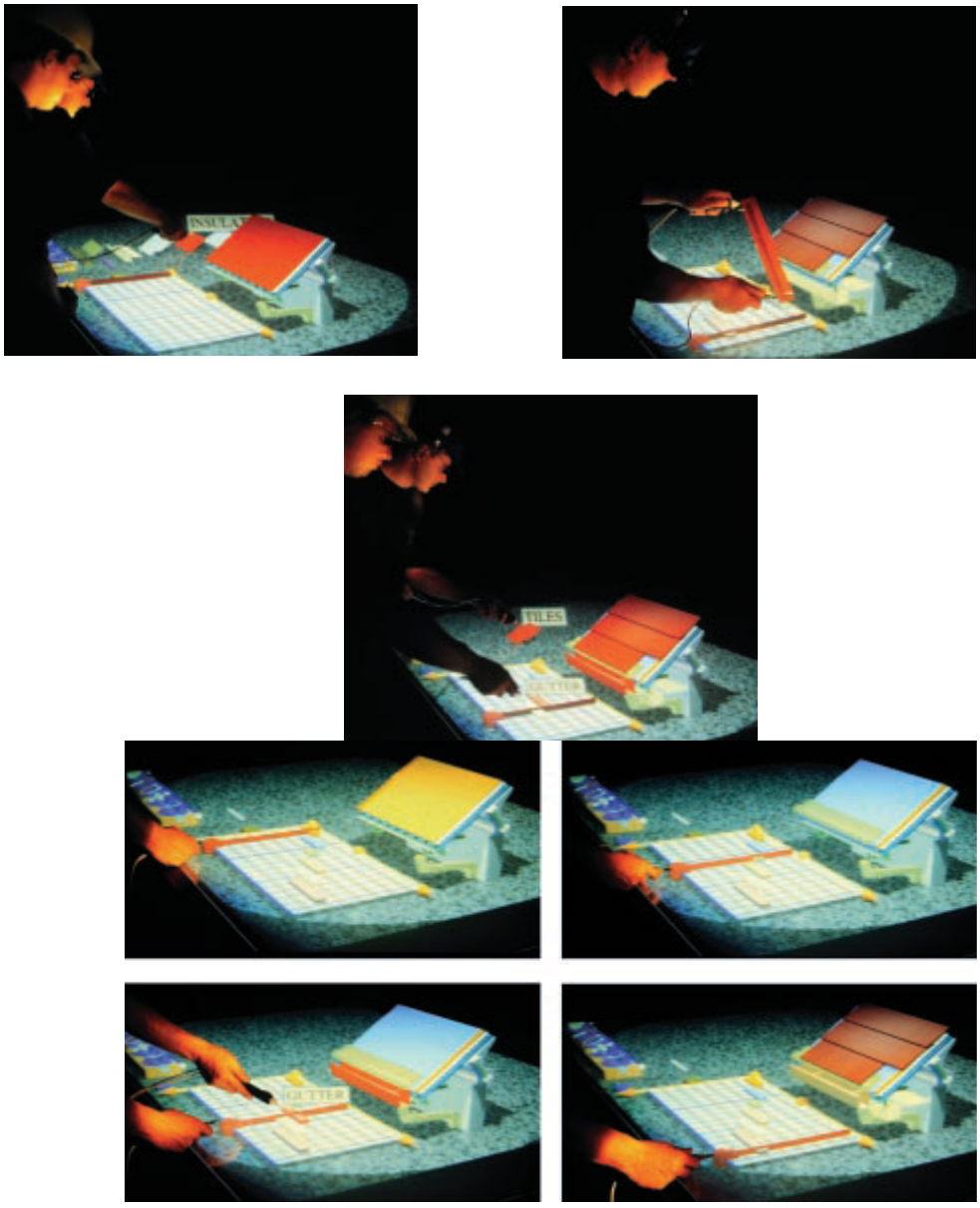
3 boyutlu olarak yapım planlarının geliştirilmesinde farklı alt süreçler izleyerek gelişime katkı sağlanabilir. Bu alt süreçler; 3 boyutlu modelin geliştirilmesi, yapım yönteminin organize edilmesi, 4D yapım planının geliştirilmesi, 4D yapım planının yeniden gözden geçirilmesi ve iletişimi olmak üzere 4 alt bölümde incelenmektedir. Böylece daha iyi bir modelleme ve kaynak tanımlaması mümkün olmaktadır. Şekil 4.6'da 4D yapım planı içerisindeki 3 boyutlu model oluşumunu destekleyen birimler gösterilmiştir.



Şekil 4.6 : 3 Boyutlu planlar dahilinde 4D 'nin geliştirilmesi [33].

Bu bağlamda 4D CAD kullanımında ana objeler takip edilen proje içerisinde programın işlenebilirliği açısından aktivitelere bağlanmalı ve kaynakları da atanmalıdır [20]. Faaliyet ve mantık şebekesi oturtulmalı ve bağları kurulmalıdır [33].

Yazılıma başlamadan önce, kullanıcılara çeşitli materyaller yardımıyla (Şekil 4.7), imalatlar arası geçiş mantıklı bir sıralamayla oturtulduktan sonra veri girişi ve bağlantılarının oluşturulmasına izin verilir [47].



Şekil 4.7 : Uygulama çalışmalarından örnekler [47].

4D CAD uygulamaların da istenilen projeyi kaç parça halinde ve hangi ana kalemleri kullanarak modellemede temsil edileceği kararı verilmelidir. Ve tüm alt kırılımlar için hangilerinin seçilip nasıl bir strateji geliştirileceği hususunda neticeye varıldıktan sonra tablolarla bunların temsilinin yapılması gerekmektedir [32].

4.2.2 4D CAD Program kullanım kısıtları

Piyasadaki bütün teknoloji yazılımlarının birbirleri arasındaki fark kullanım alternatifleri içerisinde kullanıcı harici kısıtların az olup olmamasından kaynaklanmaktadır. Fakat bu bazen programlar arası ölçüt olmaktan çıkıp kullanıcıya çoklu seçim sağlanarak da yapılabildiğinden alternatiflerin de sunumu ile

yapılabilmektedir. Kullanılan 4D yazılım programlarının kısıtları arasında şunlar yer almaktadır.

- Ana programın ayrıntı düzeyi
- Karşılaşılan ortak alanlarda çalışma düzeyi
- Farklı meslek grupları ile aynı anda çalışma zorunluluğu
- Güncel pratikliliğinin olmaması
- Ayrıntılı bir programın üretiminin otomatikleştirmek için yeterli olmaması
- Tarihlerle ilgili bilgilerin net bir şekilde ortaya konulamaması [33].
- Elle giriş yapılması ve fazlaca zaman harcanması [6].
- Değişikliklerin 4D CAD içinde değil 3D CAD ortamında yapıldıktan sonra tekrar program içine atanması [47].
- Program alt yapısında, bu tekniğe alışık olmayan kullanıcılar için zorluk yaratması ve programı değerlendirip yorumlamada problem teşkil etmesi [48].
- Proje süresince geçerli olması ve sonra geçerliliğini yitirmesi [29].
- Modelleme için harcanan zamanın fazla olması
- Atamaların kullanıcı tanımlı ve elle yapılması [34].
- Çelik projeleri için 4D uygulamasında Autocad ortamında 3.boyuta çevirme oldukça zor olduğundan alternatif CAD programlarının kullanılması gerekliliğinin olması[32].

4D CAD ve araçlarının bazı sınırlamaları mevcuttur. Bunlar arasında 4D manipülasyonları , çoklu kullanım seviyeleri, alternatif seçimleri ve 3D CAD çizimleri de yer almaktadır. Tüm bu bilgiler Çizelge 4.2' de tablo şeklinde özetlenmiştir.

Çizelge 4.2 : Görsel 4D CAD ve 4D araçlarının sınırları ve çözüm önerileri [31].

		GÖRSEL 4D CAD ve Geçerli 4D Araçları Sınırlamaları	Çözümler
4D CAD İÇERİK GELİŞMELERİ	Program bilgilerinin hazırlanması	Kullanıcıya bilgi hazırlamada desteklemez	Veri tabanı kullanımı
			Otomasyon gerekliliği
	3D CAD modelin yaratılması	Fazla zaman alır ve yoğun çalışma gerektirir	Görünüş ve ölçümlendirmede otomasyon gerektirir, özel şablonlar oluşturulur
			3D CAD modelleme işine tasarım aşamasında başlanması
4D MODELİNİN MANİPULASYONU	4D Manipulasyon gelişimleri	Tekli ortamlarda 4D modelinin manipulasyon gelişimlerine izin verilmemekte	CIFE 4D CAD: Autocad uygulamaları ile 4D manipulasyonuna izin vermekte
	Çoklu seviyelerde 4D modelleri oluşturabilme	Projenin çoklu bakış açısına izin verilmemekte	Eşleştirme mekanizması: Çoklu seviyelerde 4D modellerinin koordine edilmesi
			CMM: 4D yapım modellerinin çoklu seviyelerde yaratılması
4D MODEL ANALİZİ	Potansiyel sorunları tesbit etmedeki sınırlar	Kullanıcı üzerinden sorunların tesbiti sağlanır	Bilgiye dayalı sistem: Kullanılan 4D modellerinin potansiyel problemleri ve bilgi geçişlerini kullanıcı bazlı yapar
	Zaman-alan çatışmaları ve maliyet-verimlilik sınırlamalarını tesbit etmek	Zaman-boşluk çatışmalarının sorun tespiti kullanıcı üzerinden yapılır	4D Work Planner; Zaman-boşluk etkileşimlerinin ölçülmesi ve zaman ile maliyet üzerindeki etkilerinin yansımaları

4.2.3 4D'yi Kimler kullanabilir?

4D bir yönetim ve zaman programı olmaktan öte bazı meslek gruplarının da ortak açılım içerisinde kullanılması ve paylaşıma sunulması yönünden de kullanılabilmektedir. Bunlar arasında;

- İnşaat Planlamacıları
- Müteahhitler
- Tasarımcılar

- Proje yönetim firmaları [18].
- İşveren
- Mal sahibi
- Mühendislik grupları
- Reklamcılar
- Pazarlamacılar
- Grafikerler
- Yöneticiler
- Dizayn ofisleri
- Mimarlar
- Taşeronlar
- Danışman firmalar yer almaktadır.

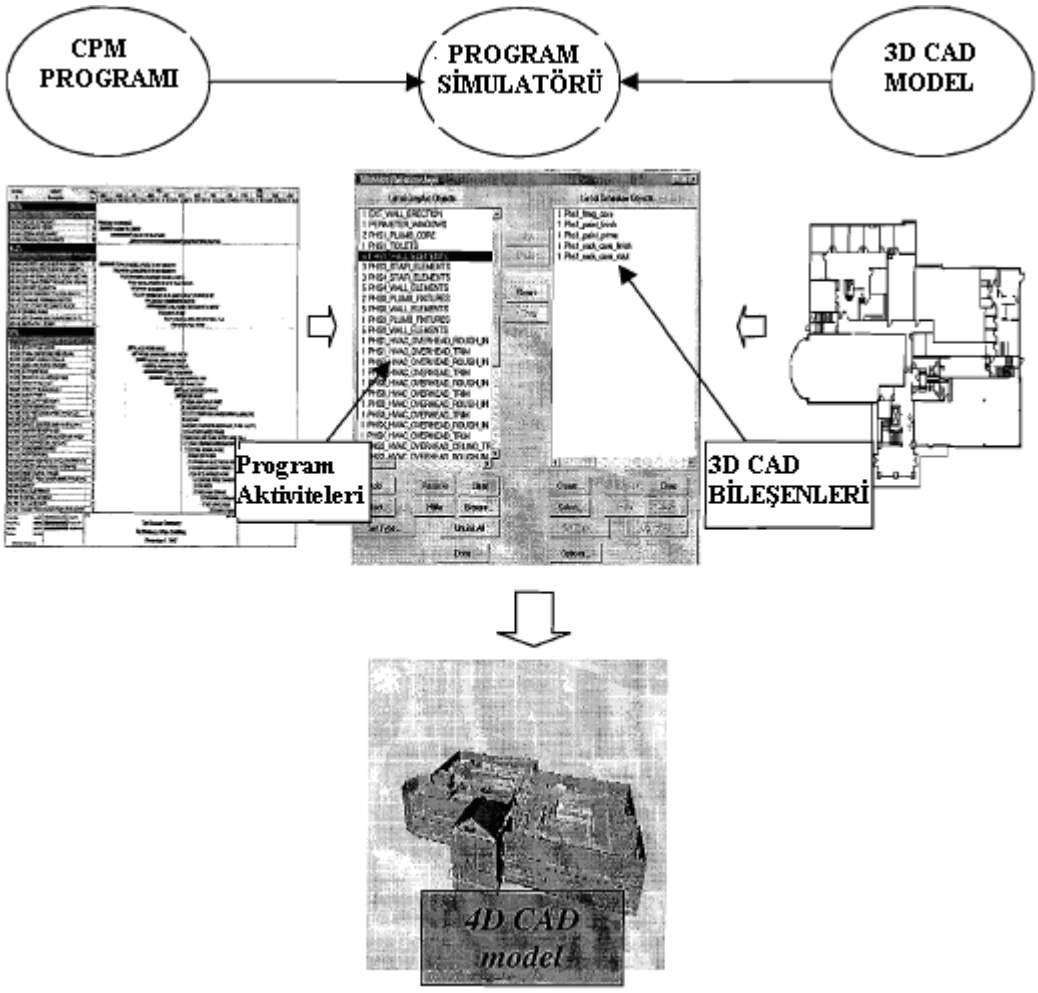
4.2.4 4D'de Raporlama

4D CAD 'de raporlama esas olarak görselliğe dayanmaktadır. Ayrıca iki farklı zaman-yönetim mekanizmasına uyum sağlayabilir:

- Düzenli zamansal raporlama: Zaman;günlük,aylık,haftalık, dakikalık ve saniyelik çalışmaktadır.
- Aktivite tabanlı model: Aktivitelerin görevlerini yerine getirmesiyle oluşturulmuştur [49].

4.2.5 Projelerin güncellenmesi

Bilgisayar destekli planlama gözünde canlandırma teknolojilerinde ilerlemelerin, gözde canlandırılması için inşa planlamacılarına yardım eden masaüstü 3D CAD ve 4D CAD programlarıyla (Şekil 4.8) inşaat yapım süreci güncellemeleri farklı bir bakış açısı kazanmaktadır [21].



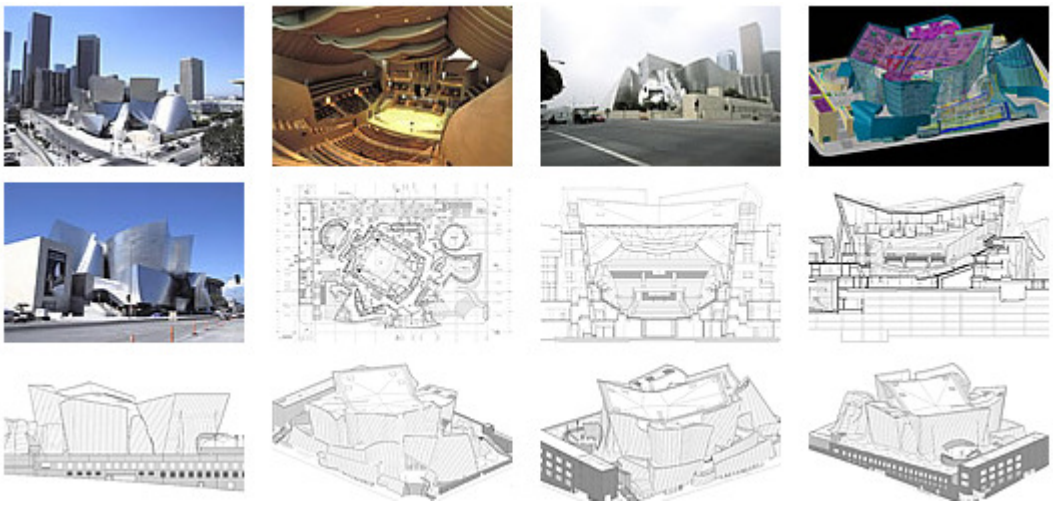
Şekil 4.8 : 4D CAD Çalışma Sistematiği [21].

4.2.6 Örnek 4D CAD uygulamaları

Türkiye'de örneklerine hemen hemen hiç rastlayamadığımız 4D CAD programlarına dünyada çeşitli ülkeler arasında çokça rastlanmaktadır. Bazı örnek uygulamalar bu bölümde özetlenmiştir:

- Walt Disney konser salon projesi, Los Angeles'te sapta, California [33].

Salon tümüyle paslanmaz çelikten yapılmıştır. Binalar buruşturulmuş paketlere, yığınlara, tepelere, çağlayanlara ve dalgalara dönüştürülmektedir (Şekil 4.9). Başlangıçta, 100 milyon dolara 1992 yılına bitmesi düşünülen WDCH, 274 milyon dolara on beş yıl sonra tamamlanmıştır. Bu zor süreçte, tasarım değişmiş, farklı malzemeler dahil edilmiş ve proje son formunu almıştır. Gehry tarafından ilk başta kireçtaşı olarak tasarlanan WDCH'nin, daha sonra işverenin metal malzemesini tercihi ve bütçe kısıtlamaları nedeniyle, dış kaplaması işlenmiş paslanmaz çelikle değiştirilmiştir [50].



Şekil 4.9 : Walt Disney konser salon projesinden örnek görüntüler

- San Mateo Sağlık Merkezi (ABD) [6].
- Lynchburg Genel Hastanesi [6].

Proje Lynchburg, Virginia'da yapılmıştır. Ana hastane binası, hemşire evleri, ofis yapıları, piknik yerleri, depo binası ve kazan binası yer almaktadır. (Şekil 4.10)



Şekil 4.10 : Lynchburg Genel Hastanesinden bir görüntü

- Bovis ABD (Webb, 2000) [6].
- Logan Uluslararası Havalimanı [6].

16 Mart 2005 tarihinde, Boston-New England'taki Logan Uluslararası Havaalanı'nın yeni terminali açılmıştır. Yaklaşık 64.000 m² büyüklüğündeki dikdörtgen forma sahip yapı uçakların kalkış pistine paralel olarak yerleştirildi. Yapı; sekiz girişli ana terminal, on girişli destek terminali ve bu terminalleri bağlayan bir tünel olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. (Şekil 4.11) İki terminal binasının cepheleri, üç kat boyunca devam eden alüminyum paneller ve cam ile kapatılırken, yine cam bir prizma dışarı doğru çıkartılarak, mağaza ve yiyecek-içecek bölümü vurgulanılmıştır. 482 milyon Dolar'a mal olan yeni terminal, bütün havaalanının rekonstrüksiyonu projesinin bir bölümü. 4,4 milyar Dolar bütçeye sahip projenin 2006 yılı içerisinde tamamlanması hedeflenmiştir. Logan Havaalanı, yılda ağırladığı yaklaşık 27 milyon yolcusu ile dünyanın ikinci büyük havaalanı olma özelliğine sahiptir [51].



Şekil 4.11 : Logan Uluslararası Havalimanından bir görüntü

- Heathrow’s T5 project (COCA)

Proje 20 Kasım 2001 tarihinde tasdik edilmiştir. Eylül 2002 tarihinde inşaasına başlanmış 1.fazı Mart 2008’de açılmış ikinci fazı içinde 2011 tamamlanma öngörüsüyle çalışmaları sürdürülmektedir (Şekil 4.12). Terminal ana binası 396m uzunluğunda 176m genişliğinde ve 39m yüksekliğinde olan havaalanında 80.000 ton çelik kullanılmıştır [52].



Şekil 4.12 : Heathrow Havalimanından bir görüntü

- Jumbo shopping centre, Finland, Vantaa (software development)

4.600 otoparklı alış-veriş merkezinde çeşitli restoran ve kafeler de yer almaktadır (Şekil 4.13), [53].



Şekil 4.13 : Jumbo alış-veriş merkezinden bir görüntü

- Reimarintorni (tower of Reimar, residential building of 18 floors in Espoo (software development)

66 m uzunluğunda 18 katlı bir yapıdır. 1990 yılında yapılmıştır (Şekil 4.14),[54].



Şekil 4.14 : Reimarintorni projesinden bir görüntü

- Beijing 2008 Olympics Stadium

Pekin stadyumu ülkenin yerel stadyumudur ve 29.kez düzenlenen 2008 olimpiyatlarına da ev sahipliği yapmış stadyumdur (Şekil 4.15). 21 hektar alana inşaa edilmiştir, 91.000 kişilik kapasiteli, 42.000 ton çelik ağırlığına sahip 333m ve 294m genişliğe oturan ve 69m uzunluğunda bir kapasiteye sahiptir [38,55].



Şekil 4.15 : Pekin Stadından bir görünüm

5. VAKA ÇALIŞMASI

5.1 GS Seyrantepe Stad İnşaatı

Türk Telekom Arena , Galatasaray Spor Kulübü'nün şu anda inşaat aşamasındaki Seyrantepe Ali Sami Yen Spor Kompleksi içerisinde yer almaktadır. Kompleks bünyesinde kapalı spor salonu ve alışveriş merkezleri de yer alacaktır. Stadyumun temeli 13 Aralık 2007 tarihinde atılmıştır. Üstü açılır-kapanır olan (52,647)kişi kapasiteli stadyum ve çevre bağlantı yollarından meydana gelen inşaat şu anda devam etmekte olup, inşaatın planlanan bitiş tarihi 29 Ekim 2009 olarak öngörülmektedir. Stadın 2009-2010 sezonunun 2. yarısında kullanıma açılması planlanmaktadır. Stad tamamlandığında Avrupa'nın en modern stadyumlarından biri olacaktır.

5.1.1 Stadyumun adı ve tanımı

Galatasaray Spor Kulübü ve Türk Telekom arasında yapılan sponsorluk anlaşması gereğince, 102,5 milyon $'lık ödeme karşılığında, Seyrantepe 'de yapılan stadyumun adı Süper Lig 2009-10 sezonundan itibaren 10 sezon süreyle "Türk Telekom Arena" olarak anılacaktır. Dünyadaki bütün statlar, birkaç istisna (örn. Monaco Stade Louis II) hariç, hep büyük bir düzlük üzerine inşa edilmiştir. Seyrantepe arazisi engebeli olduğundan, birçok gerekli işlevin tasarımsal çözümü, projecileri oldukça zorlamaktadır. Stadyumun projelendirilmesinde mimari hedeflerden önce bazı değişmez işlev kriterlerinin mutlaka yerine getirilmesi gereklidir. Bunlar sırasıyla aşağıdaki gibidir:

FIFA kriterleri: Saha ve ölçüleri, tribünlerin yerleşimi, uluslararası maçlarda gerekli hacimler, medya çalışma alanları vs.

Emniyet Kriterleri:Tehlike çıkışları ve diğer emniyet önlemleri.

Seyircilerin konfor koşulları: Süitler, lounge'lar, restoran ve kulüp mekanları, sahanın her yerden optimum görülebilmesi.

Stadyumun işleyişi için gerekli hacimler: Saha bakım, tesisat, elektrik, mutfaklar, otopark

Trafik bağlantıları: Yaya trafiği, servis trafiği, otoparklar, trafiğin çevreye uyumu.

Bütün bu işlevlerin aksaksız bir şekilde aynı anda işleyebilmesi, tasarımın ve proje sisteminin esasını oluşturur.

Bunun yanı sıra ulaşımla ilgili olarak; seyircilerden 32 bin kişinin metro bağlantısıyla, 10 bin kişinin özel araçlarıyla ve geriye kalan 10 bin kişinin de otobüs, minibüs ve taksi gibi araçları kullanarak stada erişim sağlaması planlanmıştır. Stat girişleri, otomatik bilet sistemleriyle donatılacak ve bilet kontrolüyle bina girişinden önce stat etrafında bir güvenlik çemberi oluşturulacaktır. Mekanik ve elektrik tesisat, en son stadyum teknolojisine uygun olarak Almanya'da bu konunun uzmanları tarafından projelendirilmektedir [56].

5.1.2 Stad Projesi'nin nitelikleri

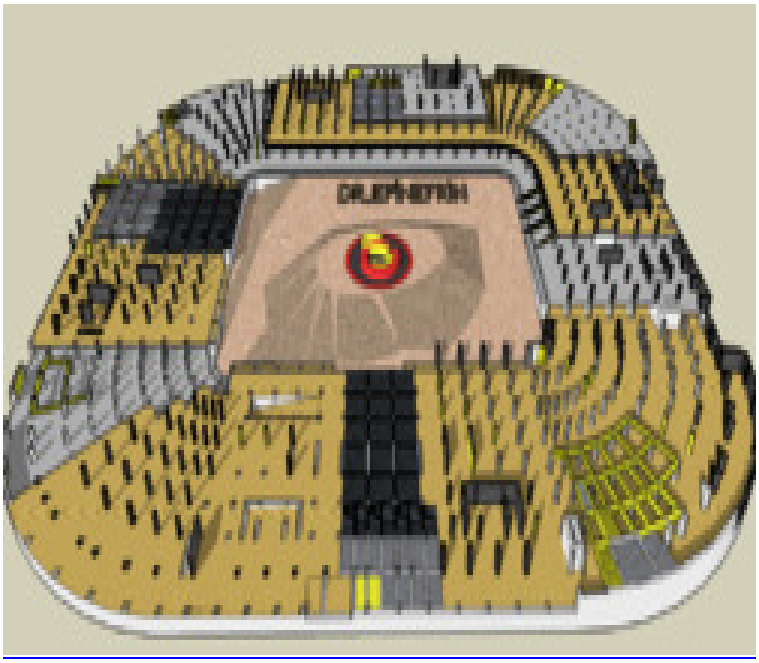
Seyrantepe'de yapılacak olan stadyumun maketi ve avan projeleri 11 Mayıs 2007 tarihinde basına tanıtılmıştır. Projede 52,647 koltuk kapasiteli stadın yeri Seyrantepe, Şişli olarak belirlenmiştir. Stadyum Ankara-Edirne otoyolunun (TEM) kuzeyinde yer almaktadır. Oldukça eğimli bir yapısı olan bu arazide en yüksek tepeye oturtulan stadyumun oryantasyonu kuzeydoğu - güneybatı yönündedir.

İç yapısı itibariyle Almanya'nın Gelsenkirchen kentinde bulunan Veltins Arena'ya ve koltuk, skorborduyla ise Allianz Arena' ya benzemektedir. Stad, konser, toplantı, kongre gibi organizasyonlarda (58,000) kisiye hizmet verebilecektir. Ancak stad futbol müsabakalarında ise güvenlik nedeni ile sadece (52,647) kişi'yi ağırlayacaktır. Projede, olası bir İstanbul depremi göz önüne alınarak üstü kapandığı anda kolaylıkla Afet Merkezi'ne çevrilebilecektir [56].

5.1.2.1 Stad'ın boyutları

Şekil 5.1 de resmedildiği gibi stadyumun tabanı bir elips şeklindedir. Enine ekseni 190 m. , boyuna ekseni ise 228 m. dir. Toplam saha boşluğu çekmeler ile beraber 10.000 m^2 olacaktır ve stadın tribünleri ise iki kademeli olarak yapılacaktır. Oturum alanı yaklaşık 43000 metrekare olacaktır. İnşaatta genelde dökme beton kullanılmakta ve tribünler ise prekast döküm ile gerçekleşmektedir. Dolaşım alanlarının stat duvarından itibaren 15-20 m. olması düşünülmüştür. Stadın

etrafındaki trafik alanı da göz önüne alındığında toplam inşaat alanı 70.000 m^2 ulaşmaktadır [56].



Şekil 5.1 Stad Boyut Görünümü [56]

5.1.2.2 Saha ve tribünler

Tribünlerin sahaya yakınlığı da UEFA kriterlerine uyacak şekilde olacaktır. Türk Telekom Arena' da yaklaşık olarak kale arkası tribünler için 8,2 m Kapalı ve VIP tribünleri için 6,2 m olması planlanmıştır.

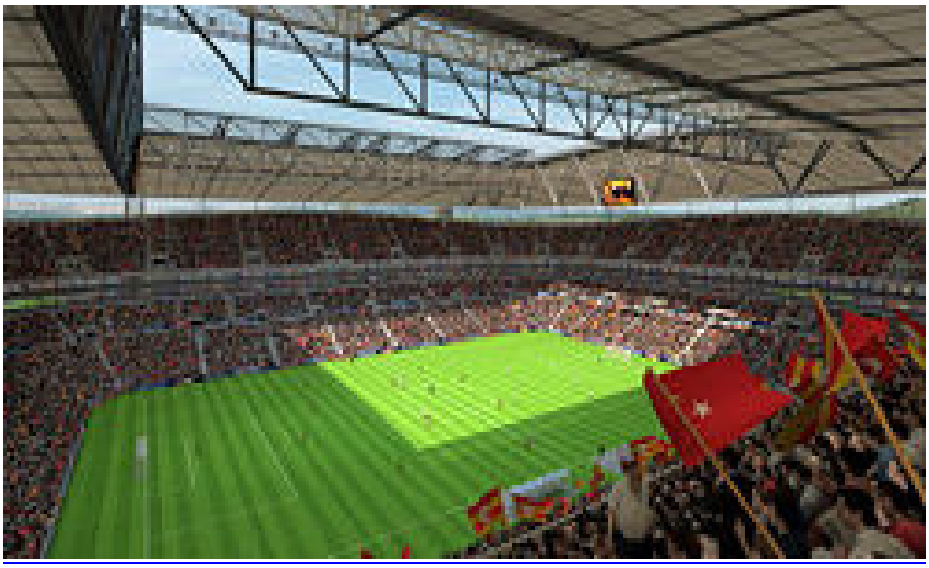
İki kademeli olarak yapılacak tribünlere gelindiğinde alt kademe tribünlerin yaklaşık 20^0 eğimli olması planlanmıştır. Üst kademe tribünlerin ise, eğiminin yine yukarıdan tüm sahayı taç çizgisi de dahil görülebilmesi için 34^0 olarak yapılması planlanmıştır. Basamakların kot yüksekliği alt kademede 25cm olarak planlanmıştır. Kot yüksekliği üst kademede ise eğim 34^0 veya üstünde olabileceğinden dolayı otomatikman 45cm olarak planlanmıştır.

Stadın iç tasarımına tekrardan döndüğümüzde iki tribün kademesi arasındaki boşluklarda 2 kat olmak üzere localar yapılacaktır. Localar haricinde toplam 1500 kişiye hizmet sunabilecek restoranlar, food-court (büfeler) ve tribünler ile bağlantılı lounge (salonlar) planlanmıştır. Alt ve üst tribünlerin arkalarında dolaşım alanları da yer alacaktır. Dolaşım alanlarında büfe ve tuvaletler bulunacaktır. Kale arkası

tribünlerin arkasında da yemek servisi yapan birimler olacaktır. O yerlerin dışa bakan kısımlarında ise idari bölümler yer alacaktır. Statta açık loca olmayacaktır [56].

5.1.2.3 Stad'ın çatısı

Şekil 5.2' de görüldüğü üzere stadın üzerini istenildiğinde tamamen kapatacak olan açılır kapanır çatı sistemi yapılacaktır. Açılır kapanır kapaklar dolayısıyla hareketli yükü taşıyabilmek için dört adet masif taşıyıcının dış cepheye yerleştirilmesi ile planlanmıştır. Stadın üstünün açılıp kapanırlığı elektrikli bir motor sistemi ile çalışan iki kapak sayesinde sağlanacaktır. Sahanın yeteri kadar ışık alabilmesi çimlerin bakımı açısından da büyük önem arz etmektedir. Stadın tavanına basketbol salonlarındaki gibi dört taraflı bir skorbord asılması da planlanmaktadır [56].



Şekil 5.2 Seyrantepe Türk Telekom Arena iç görünüş [56]

5.2 Galatasaray Seyrantepe Stadı İnşaatı'nda 4D CAD Uygulama Kurulumu Karar Süreci

Ülkemiz inşaat sektöründe 4D CAD uygulamalarına yok denecek kadar az rastladığımız bir gerçektir. Önceki bölümlerde anlatılan potansiyel faydalar sebebi ile 4D CAD uygulamalarının sektör tarafından tanınmasına ve uygulama örneklerinin geliştirilmesine sektör açısından ihtiyaç vardır.

Literatür taramasını takiben, çalışma amaç ve hedefleri doğrultusunda, çalışmanın bu bölümünde seçilen bir 4D CAD yazılımının GS Seyrantepe Stad'ı inşaatı kapsamında kurulum ve uygulanması (bir vaka çalışması olarak) incelenmiştir (ve sunulmuştur).

Gerçekleştirilen Vaka Çalışması, şu şekilde özetlenebilir;

Öncelikle yazılım'ın kurulum kararının verilebilmesi amacı ile firma ve araştırmacı tarafından işbirliği halinde firma bünyesinde SWOT ve Güç Alanı analizleri gerçekleştirilmiş, bu analiz sonuçları ışığında yazılımın kurulum ve uygulamasına karar verilmiştir. Takip eden süreçte yazılımın kurulumu gerçekleştirilmiş, ve yazılım inşaat süreci'nde planlama ve yönetim aktivitelerine destek amaçlı olarak kullanılmıştır. Vaka çalışmasının son aşamasında uygulamada ortaya çıkan sorunları belirlemek ve önem derecelerine göre sınıflandırmak amacı ile Pareto Analizi Tekniği ile bir sorun belirleme ve sınıflandırma analizi gerçekleştirilmiştir.

Kurulum kararının verilmesinde ve uygulamada ortaya çıkan sorunların tespitinde kullanılan SWOT, Güç Alanı ve Pareto Analizi teknikleri firma üst yönetimi ve araştırmacının ortak kararı ile seçilen stratejik ve taktik seviye analiz teknikleridir. Analizlerin seçilmesinde ana faktör tekniklerin kolay anlaşılabilir ve uygulanabilir olmasıdır.

Bu bölümde (Bölüm 5.2) öncelikle gerçekleştirilen SWOT ve Güç Alanı analizi için analizlere ait tanım ve yöntemler aktarılacak, daha sonrasında analizin proje (ve firma) bünyesinde nasıl uygulandığı anlatılacaktır. Takip eden bölümde (Bölüm 5.3) yazılımın proje (ve firma) bünyesinde kurulumu detaylı olarak açıklanacaktır. Daha sonraki bölümde (Bölüm 5.4), kullanılan Pareto Analizi tekniği ve tekniğin proje'de ve (kurulup ve uygulanan) yazılım'da karşılaşılan zorlukları belirlenecek ve üst yönetime aktarımına örnek oluşturmak amacı ile kullanımı anlatılacaktır.

5.2.1 SWOT Analizi tekniği

SWOT Analizi, firmaların kurumsal işlerliği, rekabet gücü, sektördeki konumu, piyasadaki dış tehditlerin varlığı vs. gibi iç ve dış değerlendirmelerin yapılabildiği değerlendirme yöntemlerinden biridir.

S.W.O.T kısaltmasının açılımı ile İngilizce olarak, S- Strength , W-Weakness ,O-Opportunity , T- Threat şeklinde, dört kapsamlı analiz alanı ile ifade edilmektedir. Bu bağlamda her analiz alanı farklı bir amaca odaklanmaktadır. Şöyle ki, aşağıda belirtilen bileşenler;

S- Strength / Güç →Olumlu ve güçlü olan özelliklerin belirlenmesi

W-Weakness / Zayıflık → Olumsuz veya zayıf olan özelliklerin belirlenmesi

O- Opportunity / İmkan →İçte ve dışta sahip olunan fırsatların belirlenmesi

T- Threat / Tehdit→Çevredeki olası tehlike, risk ve piyasa tehditlerini belirlenmesi

amaçlarını taşımaktadır.Analiz, bir kurumda iç ve dış durum değerlendirmesini içeren ve şu an ki konumla ileriyi görebilmek için kolaylık sağlayan stratejik bir yönetim tekniğidir.

Kurumlar için SWOT analizinin iki önemli faydası vardır:

İlk fayda, kurumun şu anki mevcut konumunun ne olduğunu net şekilde ortaya koymasıdır. S ve W harfleri olarak ifade edilen analizin ilk kısmı, bu durumun yani kurumun güçlü ve zayıf yönlerinin, olumlu-olumsuz iş akışı ya da performansının belirlenmesi, o kuruma "kendisini bilmesi" gibi önemli bir edinim ve bilgi sağlar.

O ve T harfleri ile belirtilen analizin ikinci bölümü ise daha çok dışsal etkileri, piyasadaki oluşumu, kurumun burada olası fırsat ve tehditlere karşı "ne yapabileceğinin" bir analizidir. Yani ikinci kısım, şu anı değil, gelecekteki olası gelişmelere yönelik bir durum değerlendirmesini içerir, bu açıdan biraz daha tahmine ve öznel verilere dayanır [57].

Ne kadar çeşitli ve yüksek hacimli bilgi ve veri akıtan analizler devreye sokulup kapsamlı veriler elde edilebilirse, SWOT analizinde oluşacak sonuçlar da çok daha net olacak, kurum yöneticilerine şu an ve gelecek için daha net öngörüler ve sağlıklı bir perspektif kazandırabilecektir [57]. Türk İnşaat Sektörü için gerçekleştirilen bir SWOT Analizi [X] örnek oluşturması amacı ile Çizelge 5.1' de verilmiştir.

Çizelge 5.1 : Türk inşaat sektörü SWOT analizi [57]

Güçlü Yönler:	**Zayıf Yönler:**
•Yeterli ve güncel makine teçhizat kapasitesi •Yeterli sayıda deneyimli teknik personel •Teknolojik bilgi birikimi •Büyük ölçüde yerli sanayiye dayanma •Fazla sermaye gerektirmemesi •Yurtdışında iş yapmış olma ve gerektiğinde yurtdışına açılabilme olanağına sahip olma •Uluslararası ihalelerde deneyim •Teknolojik üstünlük (ağır sanayi yatırımları, petrokimya tesisleri, enerji santralleri...) •Farklı inşaat türlerinde faaliyet •Disiplin altında tutulabilen maliyetler •Güçlü ve gerekli makine parkı •Güçlü idari ve teknik yönetim •Her yıl artan konut gereksinimi	•Daralan iş hacmi ve yüksek firma sayısı ile kapasite •Yetersiz sayıda kalifiye inşaat işçisi •Yurtdışı müteahhitlik işlerinde teşvik eksikliği •Kamu sektörü ile inşaat sektörü arasında yetersiz ilişki ve bürokratik engeller •Düşük inşaat kalitesi •Kalitesiz inşaatlar sonucu yapıların %75'inde onarım gereksinimi
Fırsatlar:	**Tehditler:**
•Talep potansiyeli •İhracat (yurtdışı) potansiyeli •AB'ye giriş kapsamında bu ülkelerde müteahhitlik hizmeti verme olanağı	•Yüklenici firmaların girdiği risklerin diğer iş alanlarına göre daha yüksek olması •İşveren tarafından talep edilen güvenceler •Çözülemeyen sektörel sorunlar •Kamu yatırımlarının azaltılması •Deprem riskleri

5.2.2 SWOT Analizinin Stad İnşaatı'nda 4D CAD Yazılımı'nın kurulum kararı için uygulanması

Literatür taraması esnasında araştırmacı tarafından 4D CAD yazılımlarının proje çerçevesinde uygulanmasının sağlayacağı yararlar, sunacağı fırsatlar ve uygulamanın zayıf ve tehdit yaratan yönleri saptanmıştır. Bulgular Bölüm 3 ve Bölüm 4 de teorik ve uygulama çerçevesi perspektifinde değerlendirilmiştir. Analiz başlangıcında Bölüm 3 ve Bölüm 4 de sunulan literatür taraması sonuçlarından oluşan değerlendirme firma üst yönetimine sunulmuştur. Firma üst yönetimi ile birlikte çalışan araştırmacı literatür taraması sonuçlarını SWOT Analizi perspektifinde tekrar değerlendirerek ve yorumlayarak Çizelge 5.2'de özeti görünümü verilen SWOT Analizi sonuçlarına ulaşmıştır. Takip eden bölümde SWOT Analizinin detayları aktarılacaktır.

Çizelge 5.2 : 4D CAD SWOT Analizi

SWOT ANALİZİ	
GÜÇLÜ YÖNLER	**ZAYIF YÖNLER**
Problemleri önleme ve çözüm getirme	Güncel pratikliğinin olmaması
Doğru karar vermede etken	Ayrıntı düzeyi
Gözden kaçırılmış aktivitelerin ortaya çıkmasını sağlama	Elle kullanılması
Geleneksel yaklaşımlar yerine görselliğe dayanma	Harcanan zaman
Tek pencerede hem iş programı hem de 3 boyutlu görsellik sağlama	Fazla iş gücü
Değişikliklerin sonuca etkisini görebilme ve analiz etme	Farklı disiplinlerle çalışma zorluğu
Yanlış anlama ve insan kaynaklı bazı hataları önleme	Ortak alanlarda çalışma zorluğu
Kritik yol aktivitelerini görsel olarak takip edebilme	Revize zorluğu
Sapma tahkiki yapabilme	
İnşaa edilebilirlik analizi	
Teklif hazırlamada etken	
Çakışan imalatları kontrol etme imkanı verme	
FIRSATLAR	**TEHDİTLER**
Artan talep	Veri tabanı eksikliği
Rekabet	Eğitim düzeyi
Referans	Bilgi ve beceri yetersizliği
Prestij	Olumsuz yaklaşımlar
Yurtdışı potansiyeli	Kullanıcı riskli
Maliyet düşürme	Tam hakimiyet sağlanamaması
Yapım süresini kısaltma	Çözülemeyen sektörel sorunlar
Risk ve belirsizlikleri azaltma	Yatırımların azaltılması
Kalite	Standartlar
İş güvenliğini arttırma	
Güçlü iletişim	
Koordinasyon	
Deneyim kazandırma	

Güçlü Yönler:

4D CAD kullanımının sağlayacağı güçler arasında; problemlerin oluşmadan önce yada sonrasında çözüm ve alternatiflerinin sağlanması, doğru karar verme, ayrıntı detayına ve düzeyine bağlı olarak gözden kaçırılmış imalat-aktivite tespitinin yapılması, program kullanım kolaylığı, değişikliklerin durumu ve sonuçlarını takip-izleme ve yorumlamaya katkısı, kritik yol aktivite takibi ve kullanıcı yada yanlış anlama kaynaklı sorunlarla etkin çözümler getirme [18] , planlanan ve gerçekleşenler arasında bir sapma oluşup oluşmadığının tahkiki [8], ayrıca simülasyon ile yapılan inşaa edilebilirlik analizi de proje yönetim ve inşaası esnasında oluşabilecek fiziken yapılması mümkün yada fizibil olmayan yapı elemanlarının önceden bu şekilde tespit edilmesi[34] yer almaktadır .

Zayıf Yönler:

Yazılımın güncel pratikliliğinin olmaması, örneğin 4D programları içerisinde mevcut durum değerlendirilerek bir güncelleme yapmak için iş programı kısmında bir değerlendirmenin ardından tekrar 4D programı içerisine alınarak güncel hale dönüştürülebilir olmaktadır[33].

Bunun yanı sıra 4D modelleri oluşturulurken ayrıntı düzeyi de önem taşımaktadır. Örneğin ne kadar ayrıntılı çalışacağınıza ancak kendi kişisel deneyimleriniz ve pratikte uygulanan yöntemlerle karar verebilir ve detay düzeyi saptanabilir. Sözgelimi kalıp-demir-beton imalatlarını tek bir çatı altında kolon ya da döşeme imalatları şeklinde özetleyebileceğimiz gibi ayrı ayrı da adlandırıp programda kullanabiliriz. Bu doğrultuda standart bir sınıflandırma mevcut değildir [33] .

Diğer bir zayıf yön ise programlarda geometri ve iş programı arasında bağ kurma işleminin genelde manüel olması ve modelleme esnasında oldukça zaman harcanmasıdır. 2D çizimleri ve detay çalışmalarını 3D ye çevirme esnasında da oldukça zaman harcanmaktadır. Özetle tüm bu işlemlerin manüel olarak yapılması kullanımı kısıtlamaktadır [6].

Tüm meslek grupları iş gücü ve zaman harcayarak 4D programlarının veri altyapısını oluşturmak için çalışmaktadırlar ve bu zaman alıcı olduğu kadar da fazla çalışma gerektirmektedir. [31] .

Farklı meslek gruplarıyla ortak çalışmada 4D modelleme esnasında bazı zorluklar oluşmaktadır. Bunun yanı sıra bazı imalat kalemlerinin örneğin ince işlerle kaba

işlerin ya da kaba işlerin de kendi içersinde imalatların bir noktada çakıştığı yerde 4D CAD programlarında modelleme ve kurgulamada da bazı zorluklar oluşmaktadır [33]. Yapılan değişiklikler ve revizeleri programa işlemek ve kurgusunu yeniden oluşturmakta bazen zor olmaktadır [47].

Fırsatlar:

4D CAD yazılımlarında kullanımın yaygınlaşması ile sistemin kullanılıp etkin proje yönetimi sağlanması yeni işler ekseninde talep artışına sebep olur [57].

4D CAD kullanımı ile etkin proje yönetimi firmalara rekabet avantajı getirir [57]. Yurtdışı işlerde de bu tip programlar kullanılarak ve gelişimlere açık olunarak istenilen hedeflere ulaşılabilinir [58]. 4D CAD kullanımının referans ve prestij yönünden faydası vardır [32].

Maliyet düşürme açısından; uygulanan proje üzerinden bazı noktalara bulunacak optimum çözümler ve farklı alternatif senaryolarının incelendiği 4D CAD programlarında, daha düşük bir maliyetle yapıyı inşaa edebilme, detaylar ve alternatiflerle yapım süresini kısaltma, ortaya çıkabilecek risk ve belirsizlikleri en aza indirme yada ortadan kaldırma, kaliteli bir proje döngüsü oluşturma, güçlü iletişim ve koordinasyonla geliştirme gibi birçok fırsat bulunmaktadır. [33] Detaylı planlama çözümleri ise iş güvenliği konusunda ayrı bir fırsat sunmaktadır [36] .

4D CAD kullanarak ve farklı projelerde uygulayarak yeni teknoloji uygulamaları hakkında daha fazla bilgi ve deneyim kazanma şansını yakalamak [6] da yeni bir fırsattır.

Tehditler:

4D CAD kullanımında geometrik ve planlamaya ait veri tabanlarındaki bilgi yetersizlikleri ve bundan planlama aşamasında doğabilecek hata ve kusurlar, eğitim düzeyine bağlı sınırlı ve eksik bilgi ile kullanım ve bundan oluşabilecek hatalar , bilgi ve beceri yetersizlikleri, programa dair olumsuz yaklaşımlar ve uygulamaya karşı olan personelin firma içerisinde yaratabileceği huzursuzluk, program üzerinde tam hakimiyet sağlanamaması ve bunun yol açacağı zaman ve maddi kayıplar, sektör içinde çözülemeyen standartlaşma ve veri değişimi konusundaki sıkıntılar, firmaların teknoloji yatırımlarına isteksizliği ve yatırım geri dönüşümünün sağlanamaması [33,57,58] uygulama karşısındaki tehditler arasında gösterilebilir.

5.2.3 Güç alanı analizi tekniği

Bu analiz yöntemi ile öncelikle belli bir düşünce (veya innovasyon fikri) ortaya konulur, bu fikrin uygulanıp uygulanmayacağına karar vermek amacı ile, değişim yönünde ve değişime karşı olan kurumsal kuvvetler analiz ile belirlenir. Bu yöntemde bir düşünce hakkındaki lehte ve aleyhte düşüncelerin (güçlerin) açığa çıkması ve kararın tüm lehte ve aleyhte faktörleri göz önüne alan bir resim çerçevesinde verilmesi sağlanır.

Tekniğin uygulanmasında ilk aşamada bir düşünce, uygulama, innovasyon yada plan tasvir edilir. Daha sonrasında lehte ve aleyhte düşünceler tespit edilerek bir tabloda farklı kolonlara yazılır. Daha sonra ister tablo üzerinde düşüncelere göre skorlama yapılarak istenilirse de ağırlıklı olarak alınan yanıtlar göz önüne alınarak karar sürecine destek sağlanır [59].

5.2.4 Güç alanı analizinin kurumsal uygulaması

Çalışmanın bu aşamasında SWOT analizi sonuçları şirket üst yönetimine sunulmuş, ve Güç Alanı Analizi grup mülakatı yöntemi çerçevesinde gerçekleştirilmiştir. Grup mülakatında katılımcılara;

"4D CAD programlarını firmamız bünyesinde uygulamak mı, yada mevcut planlama (zaman ve kaynak yönetimi) yazılımının kullanımına devam etmek mi kuruluş için daha faydalı olacaktır?"

sorusu yöneltilmiş, grup mülakatı sırasında gerçekleştirilen birebir görüşmelerde alınan cevaplar, Güç Alanı Analizi perspektifinde değerlendirilmiştir. Gerçekleştirilen analiz sonucunda 4D CAD uygulamasının kurulması (değişim) yönündeki ve mevcut yazılımın kullanılmasına devam edilmesi yönündeki (değişime karşı) görüşler (güçler) ortaya çıkmıştır. Sonuçlar aşağıdaki Çizelge 5.3'de özetlenmiştir.

Çizelge 5.3 : 4D CAD – Primavera Project Planner Uygulama Seçiminde Güç Alanı Analiz Yöntemi Uygulama Sonuçları

GÜÇ ALANI ANALİZ YÖNTEMİ		
DEĞİŞİM TARAFINDAKİ KUVVETLER	**GÖRÜŞ**	**DEĞİŞİME KARŞI KUVVETLER**
Görsellik	Değişim: 4D CAD yazılımı proje kapsamında kurulmalı ve uygulanmalıdır.	Genelde tercih edilir ve bilinir olması
Tasarım tabanlı		Detay raporlama imkânı
Müşteri çekme		Kolay kullanım
Anlaşılabilirlik		Zaman kazancı
İletişim kolaylığı		Revize kolaylığı
Koordinasyon		2D→3D aktarma gereksinimi olmaması
Teknolojik uyum		Geleneksel yazılım için yetişmiş personel sayısı fazla
Referans		
Yönetici-yönetim ilişkisi kuvvetlendirme		
Talep arttırma		
Projeleri kolay okuma-anlamayı sağlama		
Teknik ofis elemanları- sahada deneyimi olmayanlar için anlaşılabilir olma		
Teknik çalışma kolaylığı		
Prestij		
Rekabet		

Gerçekleştirilen görüşmelerde değişim yönündeki güçler olarak 4D CAD yazılımlarının etkin görsellik sağlanması, tasarım tabanlı simülasyona imkan tanıması, müşteri potansiyeli ve anlaşılabilirliği arttırması, grup içerisinde ve gruplar arası iletişim kolaylığı sağlaması, koordinasyon etkinliği sağlaması, kuruluşun yeni teknolojilere uyum sağlaması , 4D CAD' in uygulayan kurum için iyi bir referans (prestij) oluşturması, yönetici-yönetim ilişkisini kuvvetlendirmesi, etkin proje yönetimi ve projelerde sağlanan planlama ve yönetim başarıları ile şirket hizmetlerine yönelik talebin artışı, projelerin daha anlaşılabilir kılınması, bunun getirdiği teknik çalışma kolaylığı ve 4D CAD kullanımının nihayetinde rekabet avantajı sağlaması ifade edilmiştir.

Değişime karşı kuvvetler olarak mevcut planlama(zaman ve kaynak yönetimi) yazılımlarının genelde tercih edilir ve bilinir olması, bu yazılımların kolay kullanım imkanının bulunması, geleneksel planlama de modellemenin daha kolay yapılabilmesi, ve bundan doğan zaman kazancı, iş programı revizelerinin kolay olması, detaylı ve özelleştirilebilir raporların otomatik yaratılma imkanının olması,

geometrik dönüşümlere ve yapı eleman geometrilerinin planlama uygulamasına aktarılmasına gerek olmaması ve mevcut planlama yazılımları için yetişmiş eleman sayısının yeterli olması belirtilmiştir.

Gerçekleştirilen SWOT ve Güç Alanı analizleri firma üst yönetimi tarafından değerlendirilmiş, 4D CAD yazılımının proje planlama aktivitelerine destek olması amacı ile proje bünyesinde ve akademi ile ortak yürütülecek bir vaka çalışması çerçevesinde 4D CAD yazılımının test edilmesini uygun görmüştür. 4D CAD yazılımı olarak şirket, dünyada artan popülerliği, öğrenim ve kullanım kolaylığı yönünden avantajları olan Synchro yazılımını vaka çalışması çerçevesinde proje kapsamında test ölçeğinde kullanımını uygun bulmuştur. Takip eden bölümde yazılımın proje bünyesinde uygulaması detaylıca aktarılacaktır.

5.3 GS Seyrantepe Stadı İnşaatı'nda 4D CAD Uygulaması

5.3.1 Temel çerçeve

Uygulama sürecinin ilk aşamasında, uygulamaya rehberlik etmesi açısından literatür'den yararlanılarak bir temel çerçeve belirlenmiştir. Bu çerçeve aşağıda belirtilen öğelerden oluşmaktadır:

- Metotları tanımla: Tesisi inşa etmek için kullanılan inşa metotlarını tanımlamaktır. Tipik olarak bu metotlar, kaynak tanımlamaları, yerleştirme tanımlamaları (atamalar) ve kalite kontrolü tanımlamalarını kapsar.
- Kaynakları tayin et: Tesisin inşası için kaynak gereksinimlerini kararlaştırmak ve projenin kısımlarını ve ilgili kaynakları ayırmaktır.
- Aktiviteler ve süreleri tanımla: Tipik olarak her inşa faaliyetine, benzersiz bir isim verilir, ve bunlar için süre tayin edilir.
- Faliyetleri sırala : Farklı faaliyetlerin arasında ilişkiler ve faliyet sırası tanımlanır.
- Aktivite-mekan ilişkilerini tanımla : Aktiviteler için aktivite zamanınca gerek duyulan hacimler tanımlanır [33].

4D CAD de iş program içerisindeki ayrıntı detayı oldukça önemlidir. Ayrıntıya ne kadar fazla girilirse o kadar fazla faaliyet ve ilişki tanımlamak zorunluluğu ortaya çıkar. Ayrıntı düzeyi kullanıcıya, ihtiyaçlara, karşılaşılabilecek problemlere çözüm olması için gerekliliklere , proje amacına ve geçici yapı imalatlarına bağlı olarak oluşturulur. Aynı zaman/hacim çakışmalarının (bir hacmin aynı zamanda birden fazla aktivite tarafından kullanılıyor olma durumu) önlenmesinde de belirlediğimiz bu ayrıntı düzeyi önem taşır [29]. 4D CAD yazılımlarında tüm bu detaylar kullanıcıya bırakılmış dahi olsa göz önünde bulundurulması gereken bazı faktörler söz konusudur ki bunlarda şu şekilde belirtilmiştir.

- Yapıcı faaliyetler: Tesisin inşası esnasında yapıyı oluşturan aktivitelerin her biridir.
- Yok edici faaliyetler: Sistemde mevcut nesnelerin belli bir süre sonra sistemden kaldırılıp yok edilmesiyle oluşturulur.
- Sürekli faaliyetler: Yapı inşası boyunca sürdürülebilir olan imalatları ve mevcutta işleyişe paralel konumlandırılmış sistematiği içeren faaliyetlerdir.
- Geçici faaliyetler: Projenin inşası boyunca çevresinde konuşlanacağı ve kalıcı olamayan geçici tesisleri kapsayan imalatların olduğu faaliyetleri kapsar.

Tasarım aşamasında oluşturulan bir taslak listesiyle imalat tipleri, türleri ve ayrıntı düzeyine karar verilir. Bu doğrultu da 3 boyutlu objelere ait çizimler dahi imalat sırasında yeniden revize edilebilir [31].

Temel çerçeve'nin belirlenmesinden sonra vaka çalışmasında söz edilen uygulama sürecinde ilk aşama iş programının ve CAD çizimlerinin oluşturulması olmuştur. Takip eden bölüm bu süreci detaylıca anlatmaktadır.

5.3.2 İş programı ve CAD çizimlerinin oluşturulması

Stad İnşaatı için iş programı Primavera Project Planner (P3) yazılımı kullanılarak yazarın da içinde olduğu bir planlama grubu tarafından hazırlanmıştır. Kaba inşaat kalemleri tek başına incelenmiştir. Radye imalatının başlangıcı, iş başlangıcı olarak kabul edilmiştir ve planlamada blok/kat bazlı çalışılmıştır. Taşeronun ekip verimlilikleri alınmış ve bu verimliliklere göre öngörülen süreler hazırlanmış, takiben iş programına aktarılmıştır. Blok başına gereksinim duyulan adam sayıları sisteme işlenmiştir.

Verim değerleri inşaat esnasında yazarında içinde olduğu proje grubuyla tesbit edilmiş olup, kalıpta 6,3 m2/adam demir de 450 kg/adam radye temel de 1500kg/adam olarak alınmıştır. Tüm bu bilgiler şantiyede yapılan ölçümler sonucu ve değerlendirmeler ile ortaya çıkmıştır. Çıkan metrajlar ve değerlendirmeler sonucu;

Kalıp imalat süreleri : Radyede 1 gün

Kolonda 9 gün

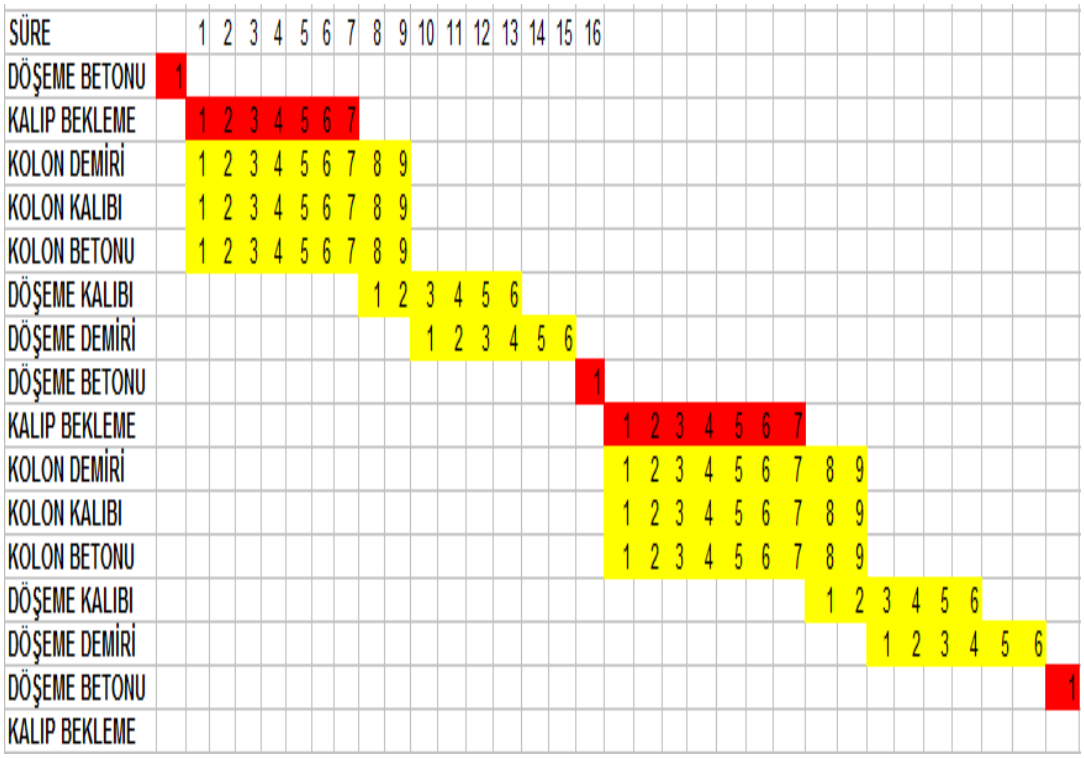
Döşemede 6 gün

Demir imalat süreleri :Radyede 6 gün

Kolonda 9 gün

Döşemede 6 gün

Beton imalat süreleri de 1 gün olarak öngörülmüştür. İmalat aktivite süre ve bağlantıları Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5.3 Aktivite Süre ve Bağlantı Takip Şeması

Ancak işe başlanılan tarihte elde yeteri kadar proje detayı olmaması ve demir projelerinde 3 boyutlu detay düzeyinde çalışmanın verdiği zorluk ve daha zaman alıcı olmasından dolayı tüm imalatlar tek bir aktivite altında toplanmıştır. Bu

bağlamda standart detay düzeyi olarak belirlediğimiz kalıp-demir-beton imalatları yerine bu iş de (4D CAD uygulaması için) imalat adı altında tek bir aktivite olarak belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra 40.000 m2'lik alana oturan stadyum için uygun görülen ve saha içinde kullanılan kalıp miktarları , bölge bölge değerlendirildiğinde;

A1-D1 Blok	2.100 m2 kalıp
D2-D3 Blok	2.000 m2 kalıp
E1-E2-E3 Blok	4.400 m2 kalıp
F3-F2 Blok	2.100 m2 kalıp
F1-C1 Blok	2.300 m2 kalıp
C2-C3 Blok	4.500 m2 kalıp
B1-B2-B3 Blok	7.500 m2 kalıp
A2-A3 Blok	2.200 m2 kalıp

olmak üzere toplam 27.100 m2 olup belirtilen bloklar içinde kullanılmıştır.

Eldeki mevcut kalıba göre iş programı döngüsü oluşturulurken kalıp lojistiği dikkate alınarak, blokların kendi içlerinde dönüşümlü ve bir yanındaki blokla dönüşümlü olarak sınıflandırılması yapılmış ve çift kalıp olarak adlandırılan (16 günde bir üst döşemesine çıkan bloklar kendi içinde konuşlandırılmış), tek kalıp olarak bahsedilen bloklar ise bir yandaki blokla dönüşümlü olmak üzere (32 günde bir üst döşemesine çıkar yaklaşımıyla) programın kurgusu oluşturulmuştur.

Bu sistematiği takip etmekteki amaç kaynak ve insan gücü kullanımını optimum şekilde sağlayarak hedeflenen zaman dilimi içerisinde planlananın gerçekleşmesini sağlamaktır.

Tüm bu değerlendirmeler ışığında kalıp işleyişleri şu şekildedir;

A1-D1 Blok	Dönüşümlü
D2-D3 Blok	Dönüşümlü
E1-E2-E3 Blok	Dönüşümlü
F3-F2 Blok	Dönüşümlü
F1-C1 Blok	Dönüşümlü
C2-C3 Blok	Kendi içinde
B1-B2-B3 Blok	Kendi içinde
A2-A3 Blok	Dönüşümlü

olmak üzere kurgusu oluşturulmuş ve programda bağları kurulmuştur. Bloklar arası malzeme ve ekip taşınımları EK A.1 'de gösterilmiştir.

Tüm gösterimlerde blokların kendi içinde ve kendi dışında nasıl bir taşınım izlediklerinin tespiti yapılarak sisteme de bu şekilde işlenmiş ve iş programı oluşturulmuştur.

Bunların yanı sıra sistem'in iş programı yazarında içinde bulunduğu bir planlama grubu tarafından 6 ana faza bölünmüştür. A,B,C,D,E,F bloklardan oluşan fazlar A,B,C Bloklar saat yönünde olmak üzere kendi içinde A1,A2,A3,B1,B2,B3,C1,C2,C3 sınıflandırılmış ve saat yönünün tersine ise D,E,F Bloklar D1,D2,D3,E1,E2,E3,F1,F2,F3 olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 5.4) .

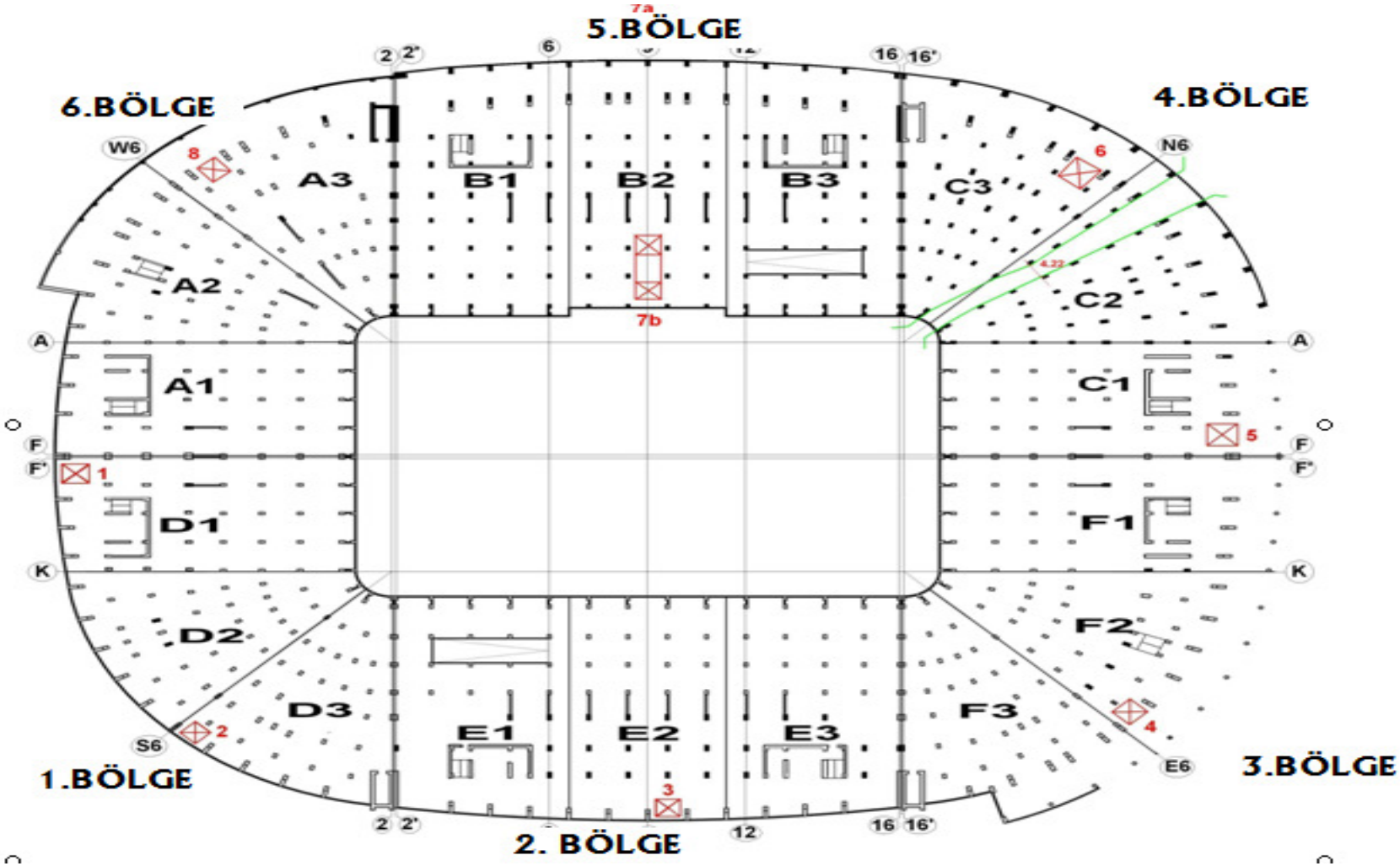
Buradaki ana amaç iş programının bir ana faz ve bir alt faza bölünerek imalat yapım stratejisinin belirlenmesi olmuştur. Eldeki kalıp ve imalat süreleri ve yapım zorlukları değerlendirilerek bu şekilde bir ayırım yapılmıştır.

Örneğin, çıkan metrajlar sonucunda beton miktarlarının bir ana fazda 3000 m3 değerine ulaşması tek seferde beton dökümünü zorlaştırdığından, işin birkaç ayrı parçaya bölünerek takibiyle daha uygun bir yapım stratejisinin uygulanması öngörülmüştür. Keza kalıp miktarlarının da bazı bloklarda tek seferde bir ana fazı kapatamaması da bu ayrımın yapılmasına sebebiyet vermiştir. Benzer şekilde diğer bloklarda da bu strateji uygulanarak kalıp taşınımları 4D CAD ile görselleştirilmiş ve uygulamaları sistem içerisine dahil edilmiştir.

İmalatlar arası bağlantıda da döşeme imalatlarının bitimine kolon ve sonrasında tekrar döşeme imalatları gelecek şekilde iş programında bir döngü oluşturulmuştur.

Bunun yanı sıra kolon imalatları demir imalatlarının başlangıcı ile başlatılmış döşeme imalatları da kalıp imalatlarıyla başlatılarak her iki aktivitenin bitişlerine ise beton imalat tarihleri işlenmiştir. Ayrıca döşemeler için bir üst yada yan döşemeye kalıp aktarımlarının yapılabilmesi için 7 günlük kür sürelerinin bitimiyle yeni döşemenin kalıp imalatlarına başlangıç tarihi atanmıştır.

Primavera Project Planner'da iş programı oluşturulurken tek aktivite adıyla anılan (örn. kolon) imalatları içerisinde kalıp-demir-beton metrajları ve kalıp-demir işçilikleri olmak üzere 5 kaynak atanmıştır. Bu sayede geometrilerini ayrı CAD katmanlarında göremediğimiz kalıp-demir-beton imalatları için kaynak değerleri ile miktarsal ölçümleri yapılabilmektedir.



Şekil 5.4 : Stad Vaziyet Planı

Bu bağlamda Şekil 5.4' de görülen stad blok dağılımları için Primavera içerisinde oluşturulan kod yapısı şu şekildedir:

Blok adları: A BLOK A1 BLOK B BLOK B1 BLOK
A2 BLOK B2 BLOK
A3 BLOK B3 BLOK

C BLOK C1 BLOK D BLOK D1 BLOK
C2 BLOK D2 BLOK
C3 BLOK D3 BLOK

E BLOK E1 BLOK F BLOK F1 BLOK
E2 BLOK F2 BLOK
E3 BLOK F3 BLOK

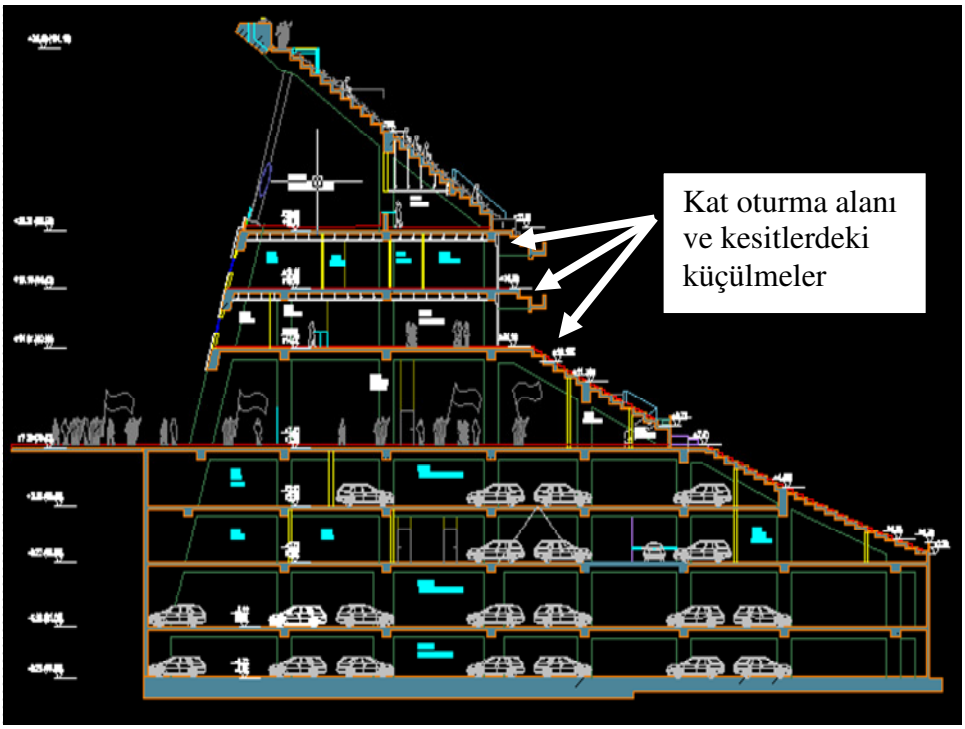
Katlar: B1- 1.BODRUM KAT
B2- 2.BODRUM KAT
ZM- ZEMİN KAT
N1- 1.NORMAL KAT
N2- 2.NORMAL KAT
N3- 3.NORMAL KAT
N4- 4.NORMAL KAT
N5- 5.NORMAL KAT
N6- 6.NORMAL KAT

olmak üzere ayrılmıştır. Ancak 5. ve 6. Normal katlar sadece B Blok içerisinde ara kat olarak mevcut olup, diğer bloklarda bu katlar bulunmamaktadır ve bu katlara ait

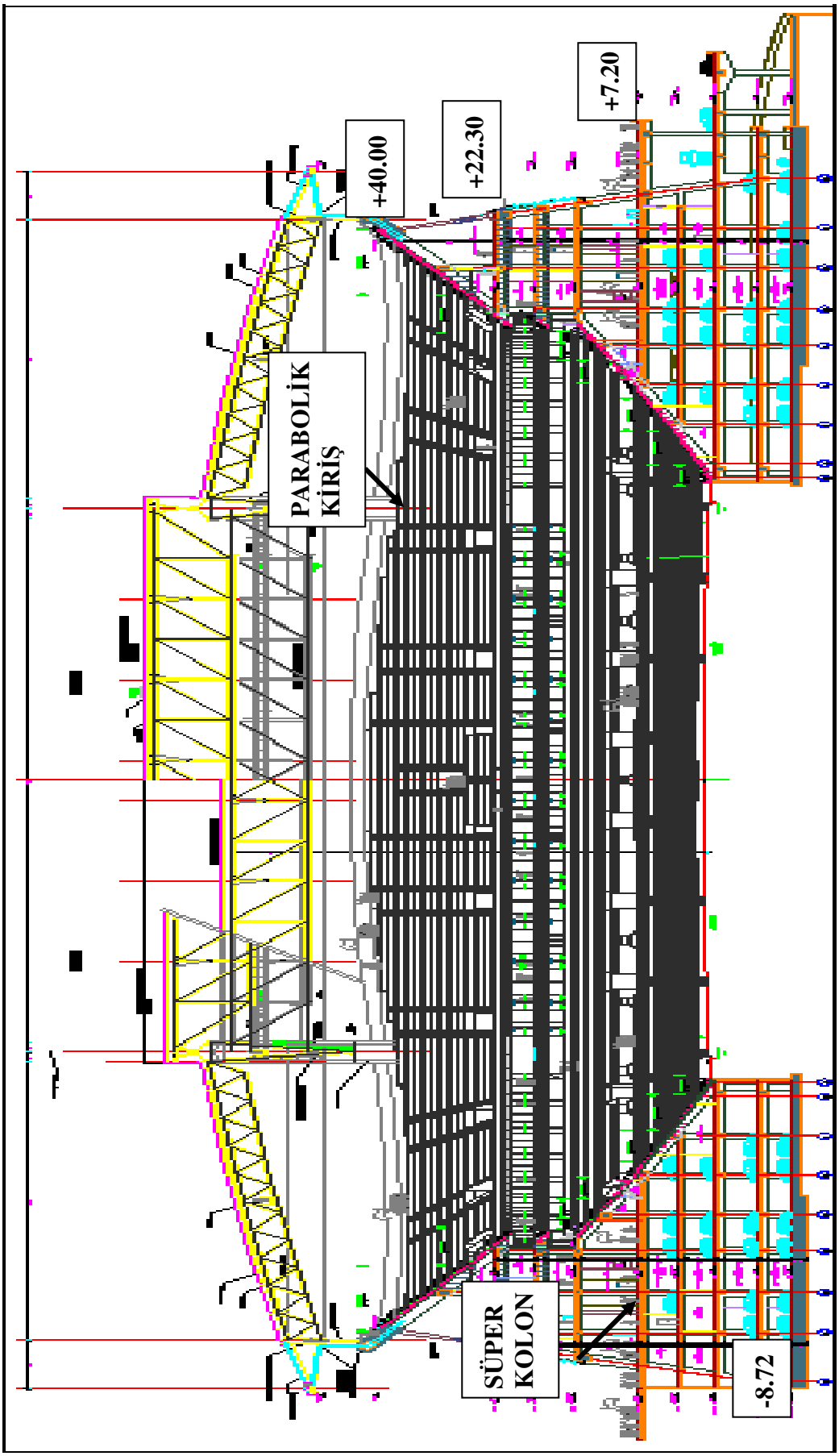
projelerin çalışma süresinde araştırmacıda olmamasından dolayı modellemede bu bölümler kullanılmamıştır.

Tüm bloklarda temel kotları -8.72 kotundan başlayıp +22.30 kotu son döşeme bitimine kadar paralel şekilde oluşturulmuştur. +22.30 kotu ve sonrasında ise üst kat tribünleri, parabolik kiriş imalatı ve süper kolon imalatı ile +40.00 kotuna kadar imalatlar sürdürülmüş fakat program içinde detaylı projelerinin araştırmacının elinde olmamasından ve bazı kısımların tasarımlandırılmasının sürüyor olmasından dolayı 4D CAD programı içerisinde oluşturduğumuz modelleme ve iş programına dahil edilememiştir.

Şekil 5.5'de stadın A-A kesitinden E Blok'a ait bir görünüş gösterilmiştir. Burada 1. Normal kat tavanı ve sonrasında kat metrajlarının azalmakta olduğu kesitte de gösterilmiştir. Bu sebeple programımızda 1.Normal kat tavanı oldukça önem taşımaktadır. Sebebi ise buradan çıkan kalıpları takiben kendi içinde çalışan blokların aynı anda tüm döşemelerinin bir üst katta kendine yetecek kadar kalıba ulaşmasından kaynaklanmaktadır. Bu sayede artık bir yan bloktan gelecek kalıp beklenmeden (örn.32 gün yerine 16 gün hatta daha kısa sürede bile) kat döşeme imalatları tamamlanabilecektir.



Şekil 5.5 E Blok Kesit Görünüşü



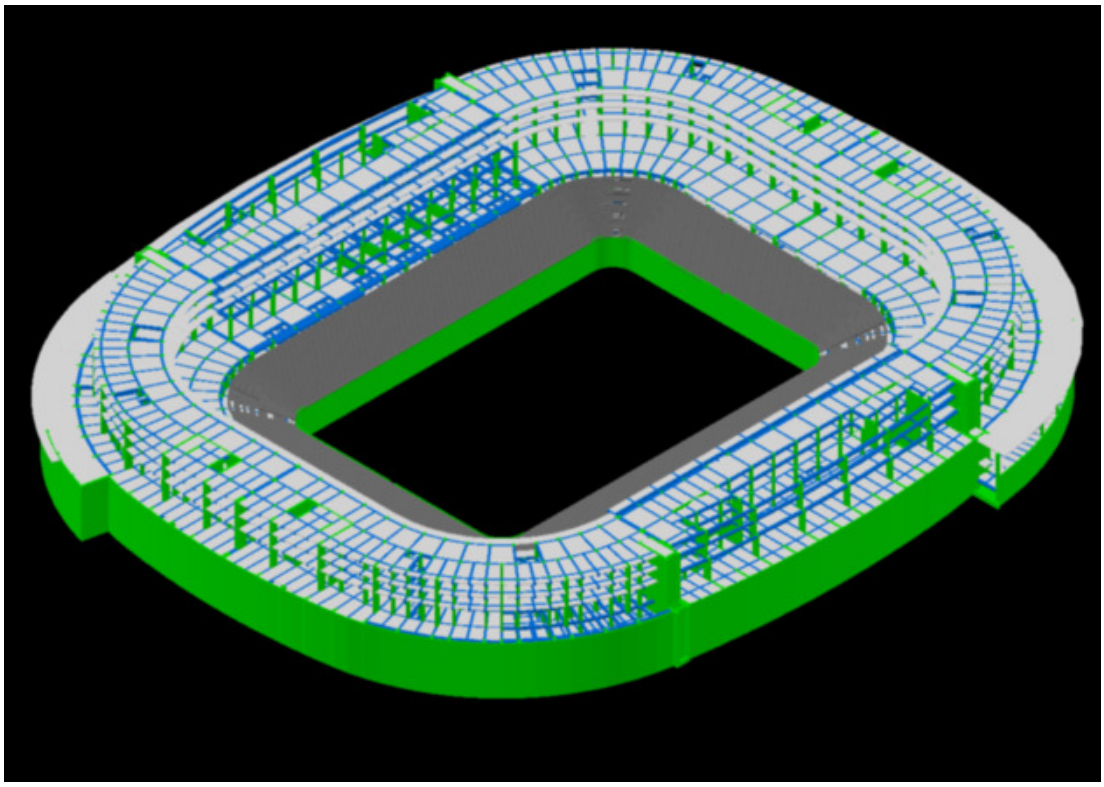
Şekil 5.6 : Stad Enkesiti

Şekil 5.6’ da stadın genel bir kesitinden görünüm sunulmuş ve yapı elemanları ve bunların kotları gösterilmiştir.

Tüm bu şartların değerlendirilmesinin ardından, çalışmada Primavera Project Planner yazlımı içerisinde bir kaynak sözlüğü oluşturulmuştur. Kaynaklar için tanımlamalar yapılmış KLP-ISC ile kalıp işçiliği, DNT-ISC ile donatı işçiliği, KLP-KOLON ile kolon kalıp miktarı, KLP-DOS ile döşeme kalıp miktarı, DNT-KOL kolon donatı miktarı, BTN-KOL kolon betonu gibi tasvirlerle kaynak sözlüğü oluşturulmuş ve imalat metrajları bu kaynakların altına veri girişiyle işlenmiştir.

İş programı ile ilgili detay gösterim Ek A.2’ de yer almaktadır.

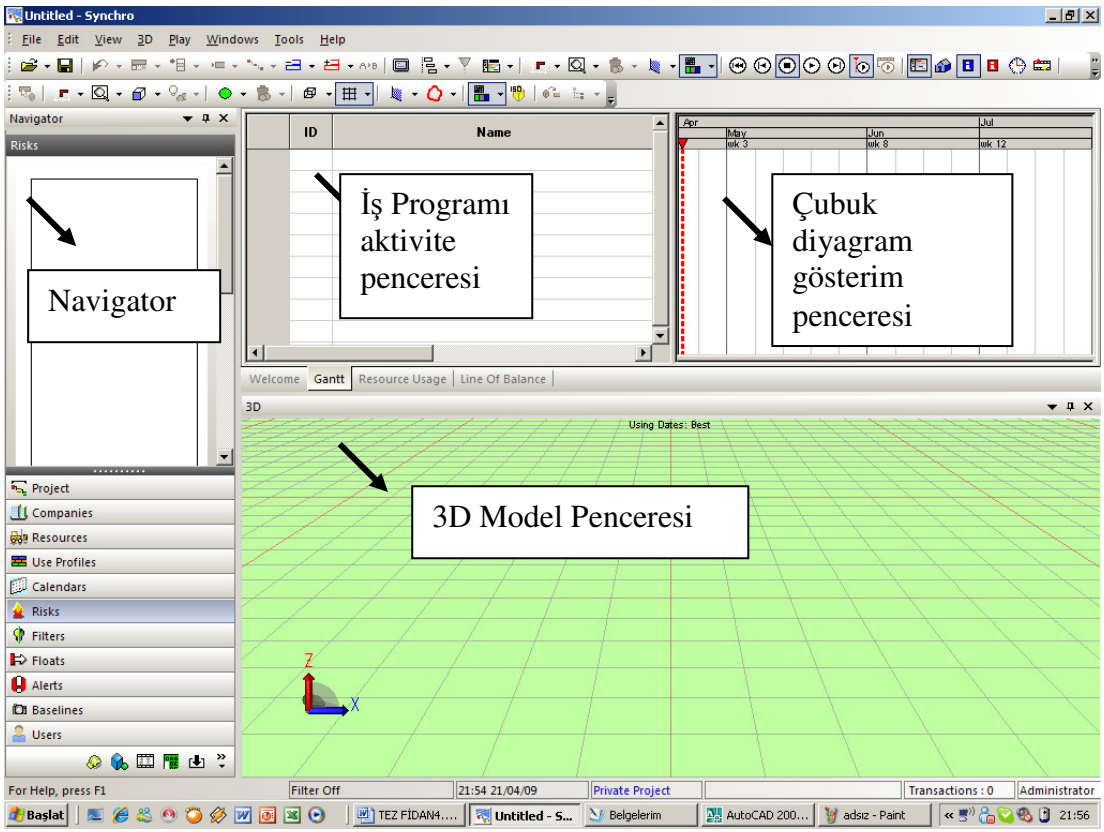
İş programı oluşturulmasına paralel ve iş programından bağımsız olarak bina elemanlarının geometrisini tanımlayan çizimler de 2 boyuttan 3.boyuta dönüştürülmüştür (Şekil 5.7). Kullanılan 4D CAD yazılımına özel olarak modelleme esnasında dikkat edilecek hususlar arasında tüm objelerin CAD programı ile “Block” haline getirilmesi gerekmektedir.



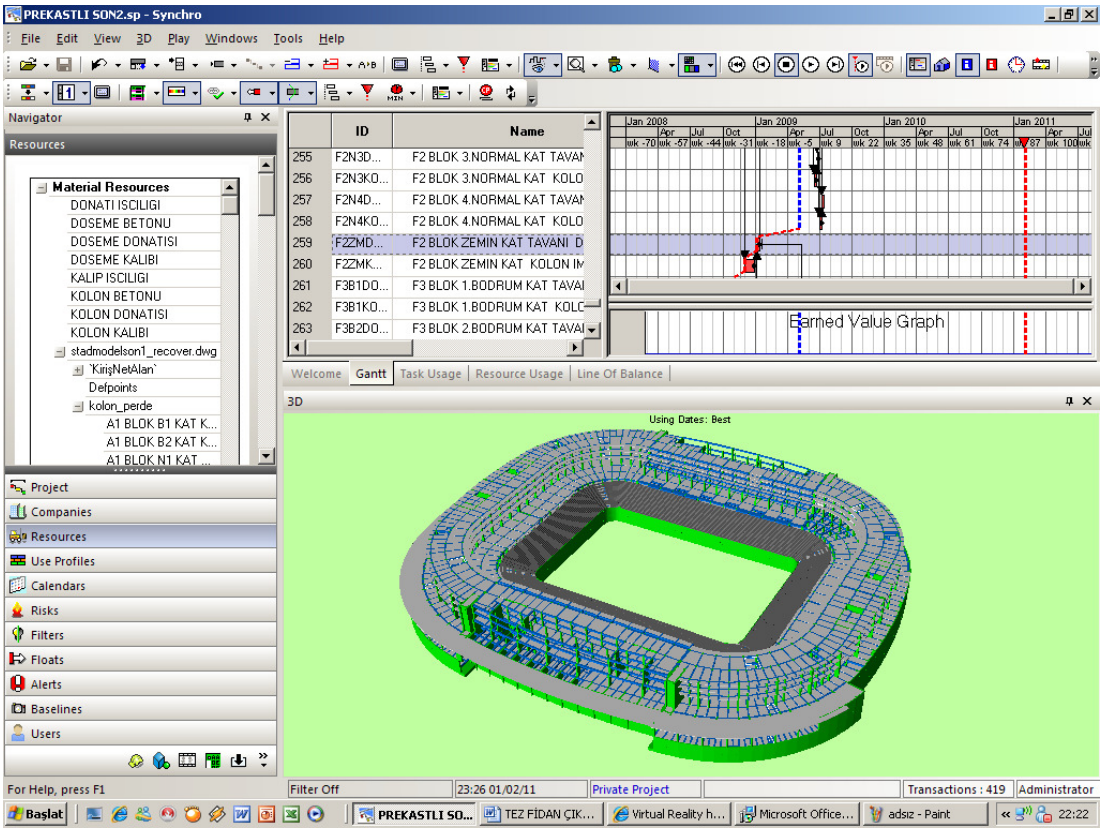
Şekil 5.7 3 boyutlu modelden bir görünüş

5.3.3 Synchro programı ile 4D CAD modeli'nin oluşturulması

İş programı ve 3D CAD modelleme işlemleri tamamlandıktan sonra Synchro programının kullanımına geçilir. Öncelikle program içerisinde yeni bir sayfa açılır ve CAD çizimi ve Planlama verileri (İş Programı) Synchro programının içerisine alınır (Şekil 5.8).



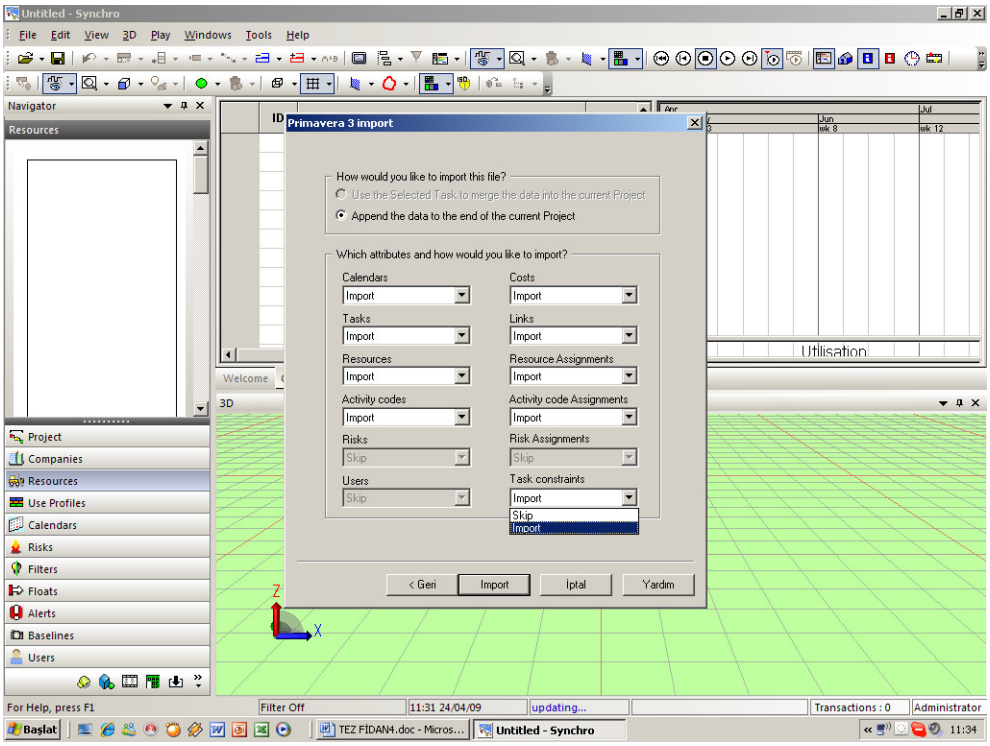
Şekil 5.8 Synchro Yazılım Ana Penceresi



Şekil 5.9 Synchro yazılım penceresinden stad modellemesine ait bir görünüm

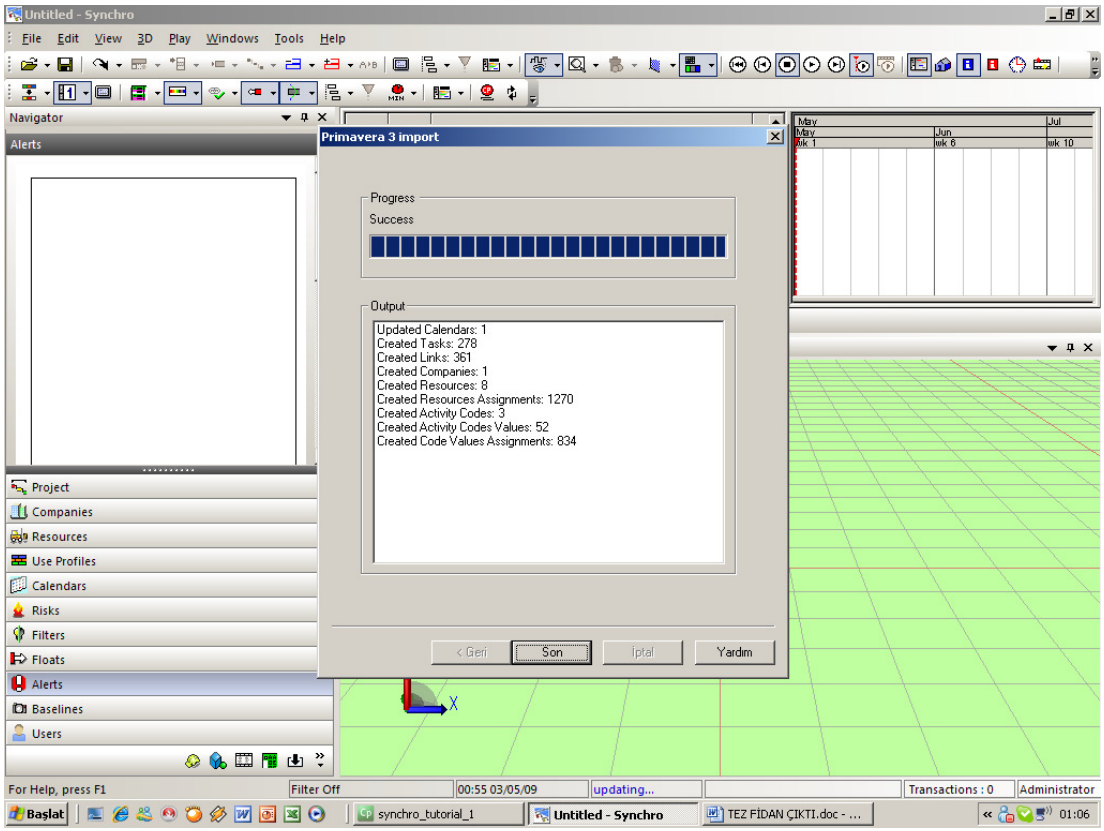
Şekil 5.9' da Stad inşaatı iş programı ve 3D CAD modeli görüntülenmektedir. Burada iş programına ait Gantt diyagramı, CAD modeli ve bunlarda istenilen şekilde değişiklik yapılabilmesi için kullanılabilecek araç çubukları yer almaktadır .

Ayrıca Şekil 5.10'da gösterildiği üzere Primavera programından veri alma penceresi içerisinde hangi birimlerin alınıp alınmayacağı kararı da kullanıcıya bırakılmaktadır.



Şekil 5.10 İş Programı Veri Aktarım Penceresinden Görüntü

Primavera da hazırlanan iş programını Synchro programına aktarırken kaç türlü takvim kullanıldığı, kaç tane aktivitenin olduğu bunlar arasında kaç tane bağın kurulduğu vb. bilgilere de erişim imkanı verilmektedir (Şekil 5.11).

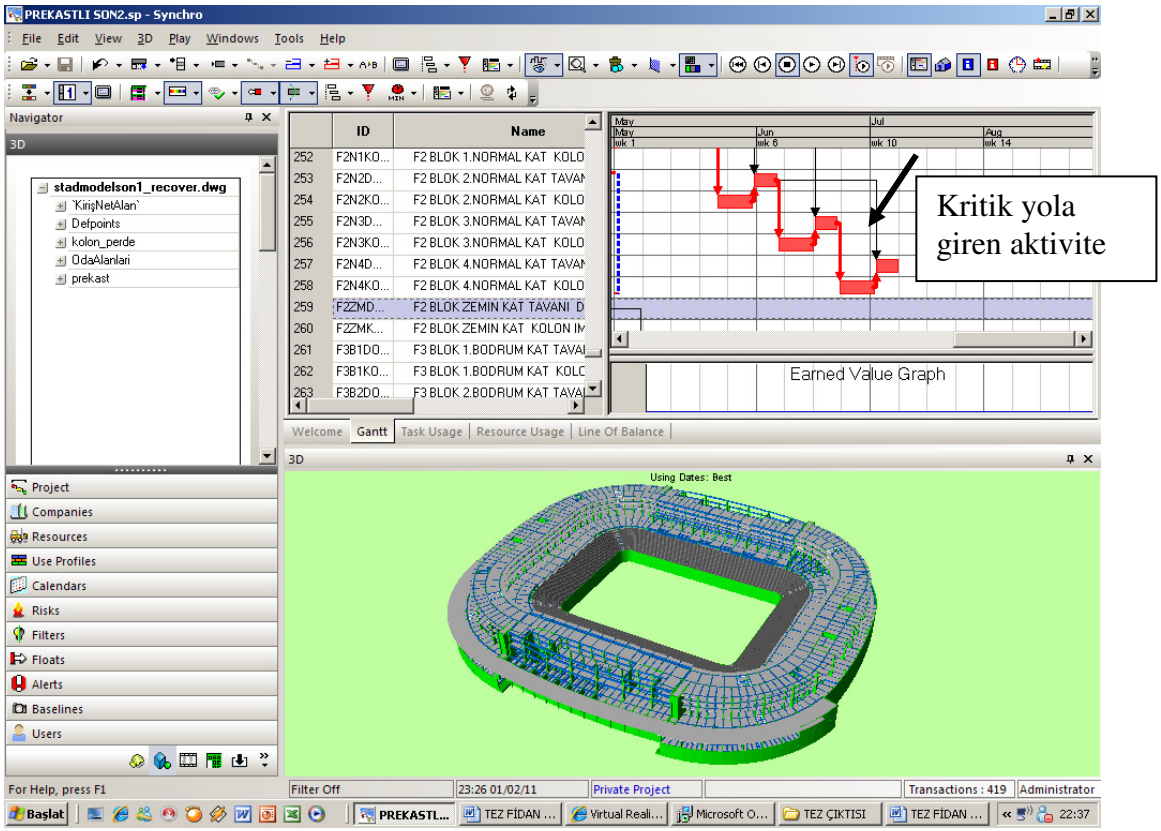


Şekil 5.11 Primavera İş Programı Bilgilerini Yansıtan Görüntü

CAD çizimi ve İş Programına ait veriler yazılım içerisine alındıktan sonra, planlama yazılımlarındaki gibi kaynak atama mantığı ile 3 boyutlu yapı elemanları (yada diğer kaynaklar) seçilir ve aktivitelere atanır. Program CAD çiziminde bulunan yapı elemanlarını birer malzeme kaynağı olarak kabul etmektedir. Herhangi bir yanlış atama program uyarısı veya kullanıcı algısına dayanılarak program içerisindeki kaynaklardan kaldırılarak silinir. Bu sayede (yapı elemanları ve diğer) kaynaklara yeniden görev atanabilir konuma getirilebilmektedir.

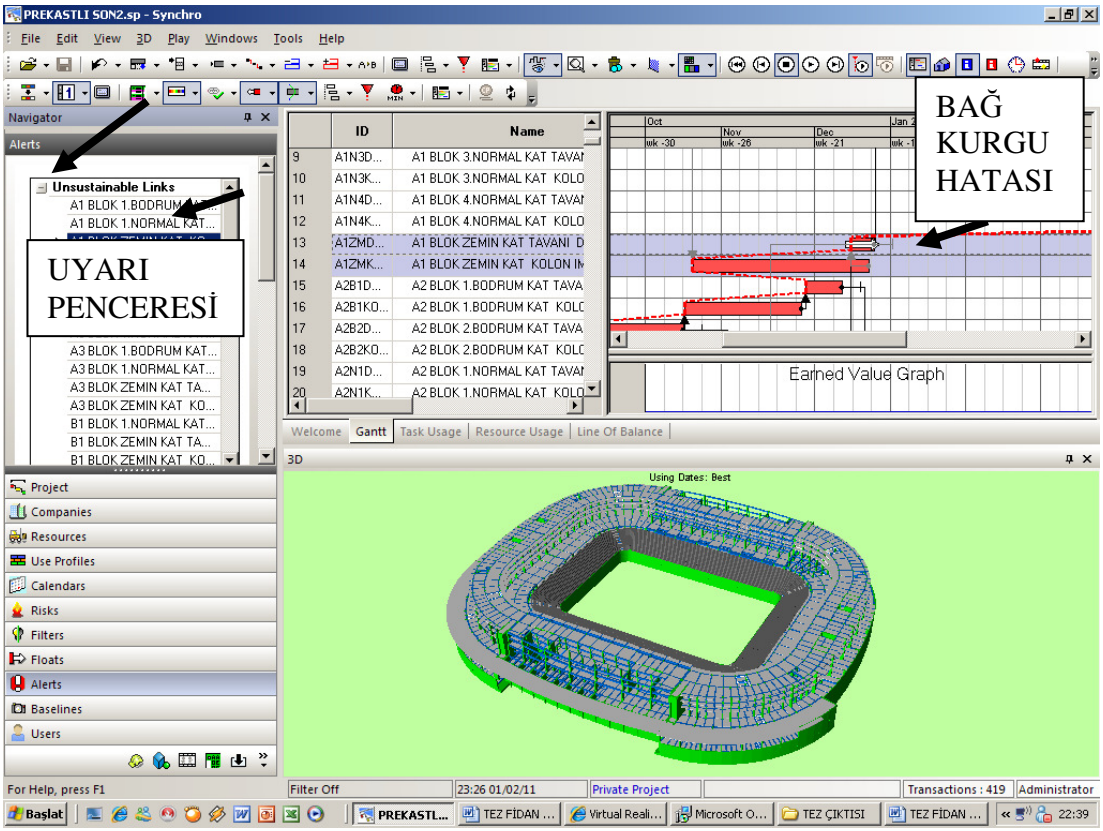
Tüm bu işlemlerden sonra program tarihi başlangıç olarak girilen tarihe getirilip simülatör çalıştırıldığında yazılım, yapı imalatlarının yapım sürecini adım adım simülasyonunu yapmaktadır.

Sistem içerisinde farklı görünüşler elde edebilir ve seçilen bir zaman dilimi içinde yapının hangi aşamada olduğunu farklı açılardan izleme imkanı verir. İş programı çerçevesinde kritik yola giren aktiviteler daha kalın ve belirgin ok çizgileriyle kullanıcıya sunulur (ŞekiL 5.12).



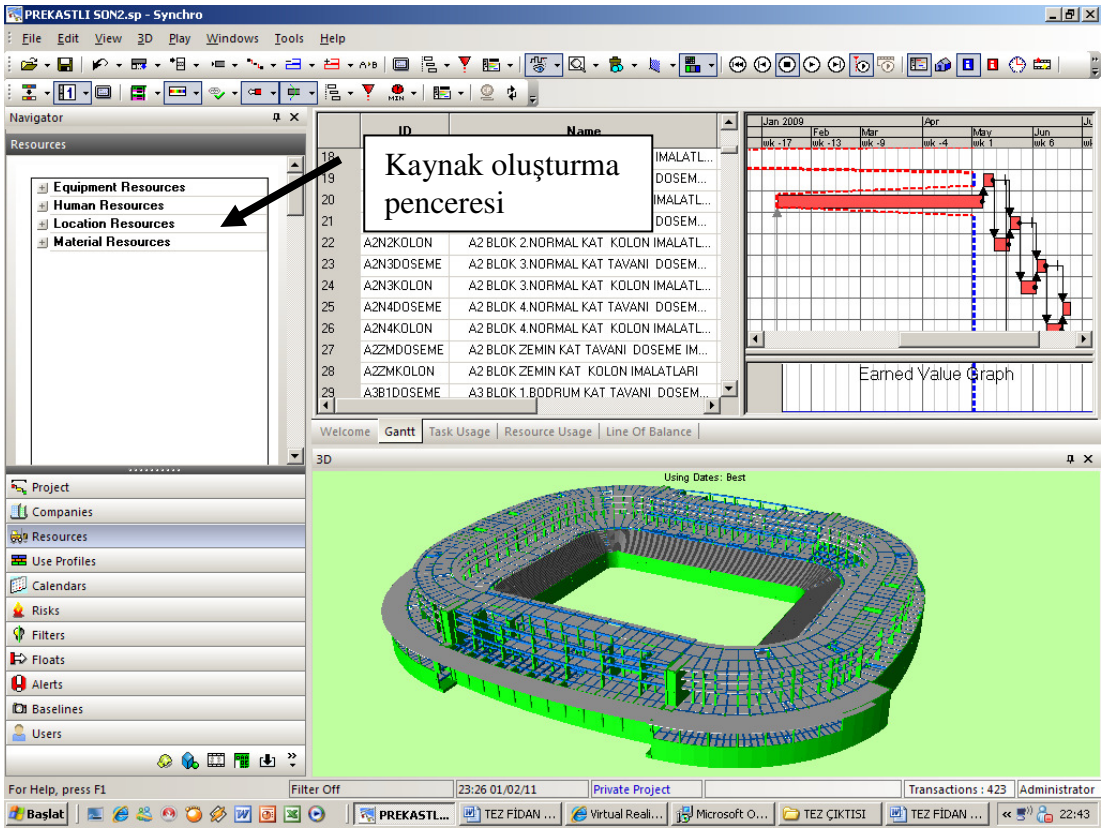
Şekil 5.12 Kritik Yol Aktivitelerini Gösteren Görünüm

Ayrıca yazılım iş programı içerisinde aktiviteler arası bağlarda meydana gelebilecek bir hatayı ya da gözden kaçırılmış bir durumu da ikaz ederek olası kullanıcı hatalarını önlemektedir (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Aktivite Bağ Hatası Uyarı Penceresi

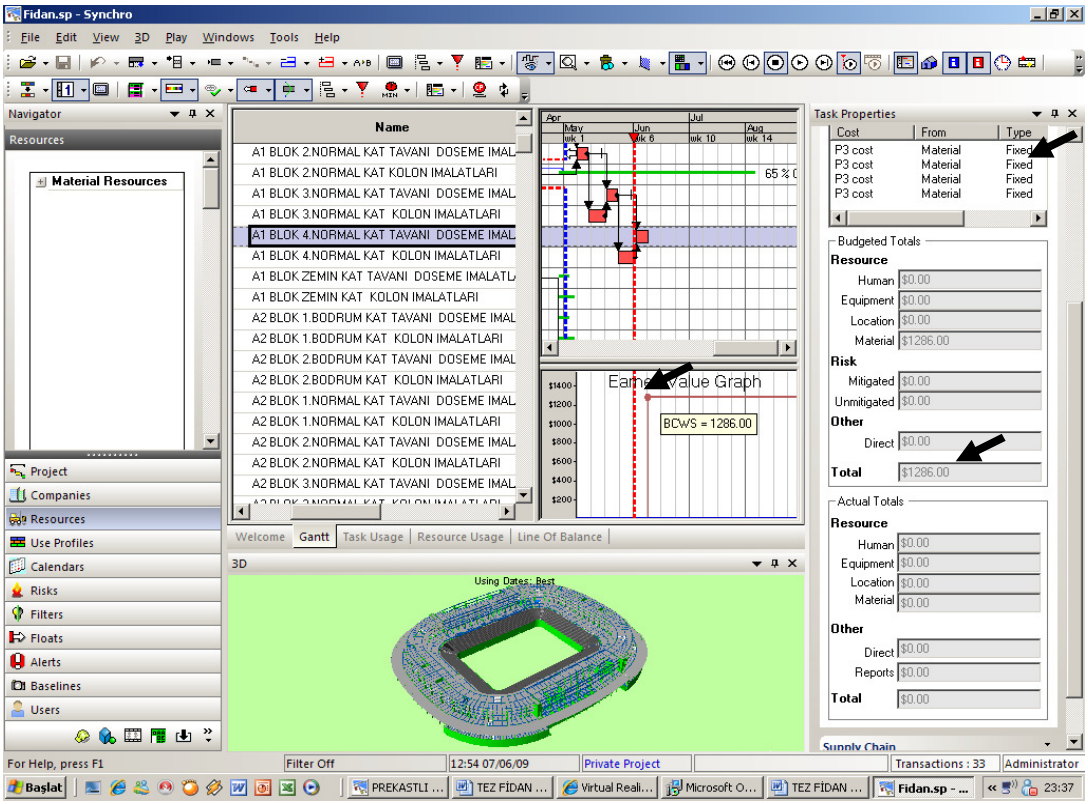
Synchro yazılımı iş programında kaynak oluşturma yerine kendi içerisinde de insan kaynağı, malzeme, ekipman ve materyal kaynaklarını da oluşturabilme ve atayabilme imkanı sağlar (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 Kaynak Penceresi Görünümü

Şekil 5.14'de görüldüğü gibi kullanıcı tanımlı oluşturulacak kaynaklar inşaa süresince takip edilebilecek ve miktarsal ölçütleri oluşturabilecektir. Ayrıca kaynakların sağlandıkları firma, yönetim grubu yada herhangi bir kurum adres, mail ve telefon bilgileri girilerek ünvanları ve tanıtımları da program içinde yapılabilmektedir.

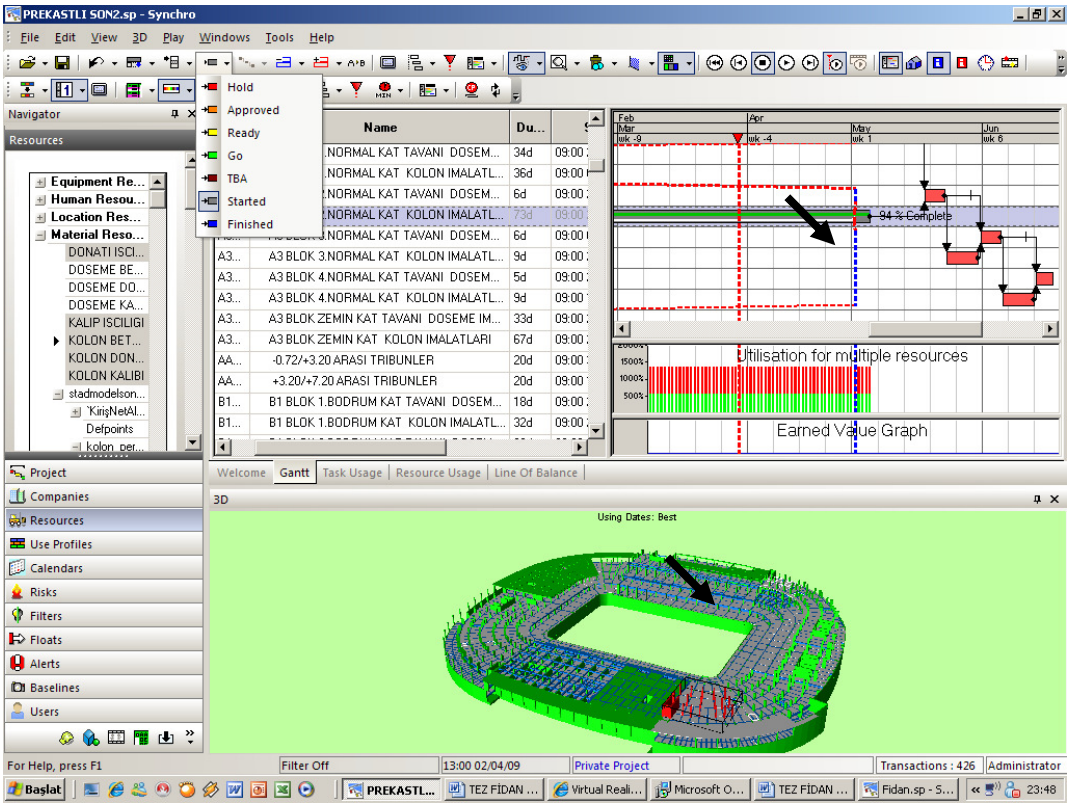
Program içerisinde kaynaklara saatlik, günlük ve sabit maliyetler atanarak iş bitiminde işin ne kadarlık bir bütçeyle tamamlanacağı konusundaki bilgileri de öğrenme imkanı bulunmaktadır. Maliyetler örneğin döşeme imalatında kalıp, demir, beton miktarı ve kalıp,demir,beton işçiliği olmak üzere girildiğinde belirlenen süre sonunda çıkan toplam maliyet belirlenebilmektedir (Şekil 5.15).



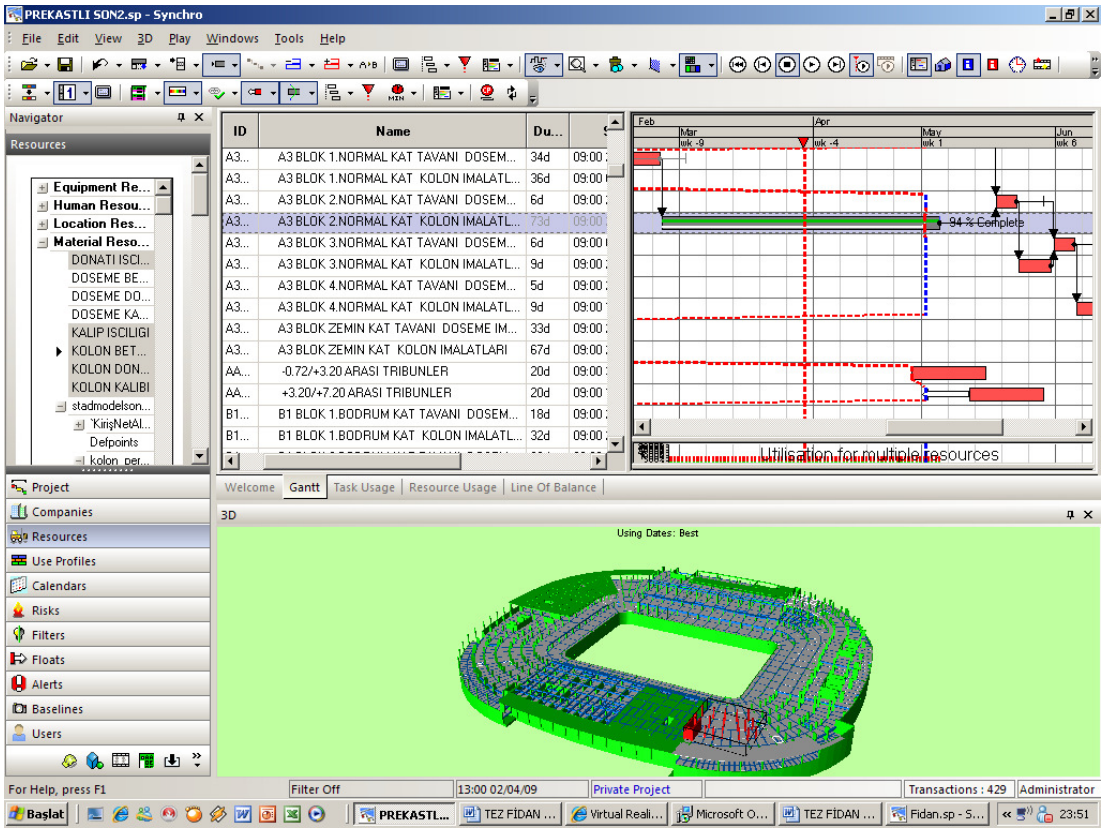
Şekil 5.15 Maliyet Gösterim Pencereleri

Çeşitli renklerle planlanan, gerçekleşen, başlayacak olan, imalata girmiş ve devam eden birçok aktiviteyi de takip etme imkanı sunmaktadır.

Synchro programı Şekil 5.16' da görüldüğü gibi birçok bilgi ve alternatifi aynı anda ve aynı pencerede kullanıcıyla paylaşıma açarak çalışma imkanı verir. Aktivitelerin tamamlanma oranları manüel olarak yazılıma girilip çalıştırıldığında bu oranlara bağlı olarak maliyet ve kalan süre hesaplanır ve model Şekil 5.17' de görüldüğü gibi güncel durumuna getirilir.

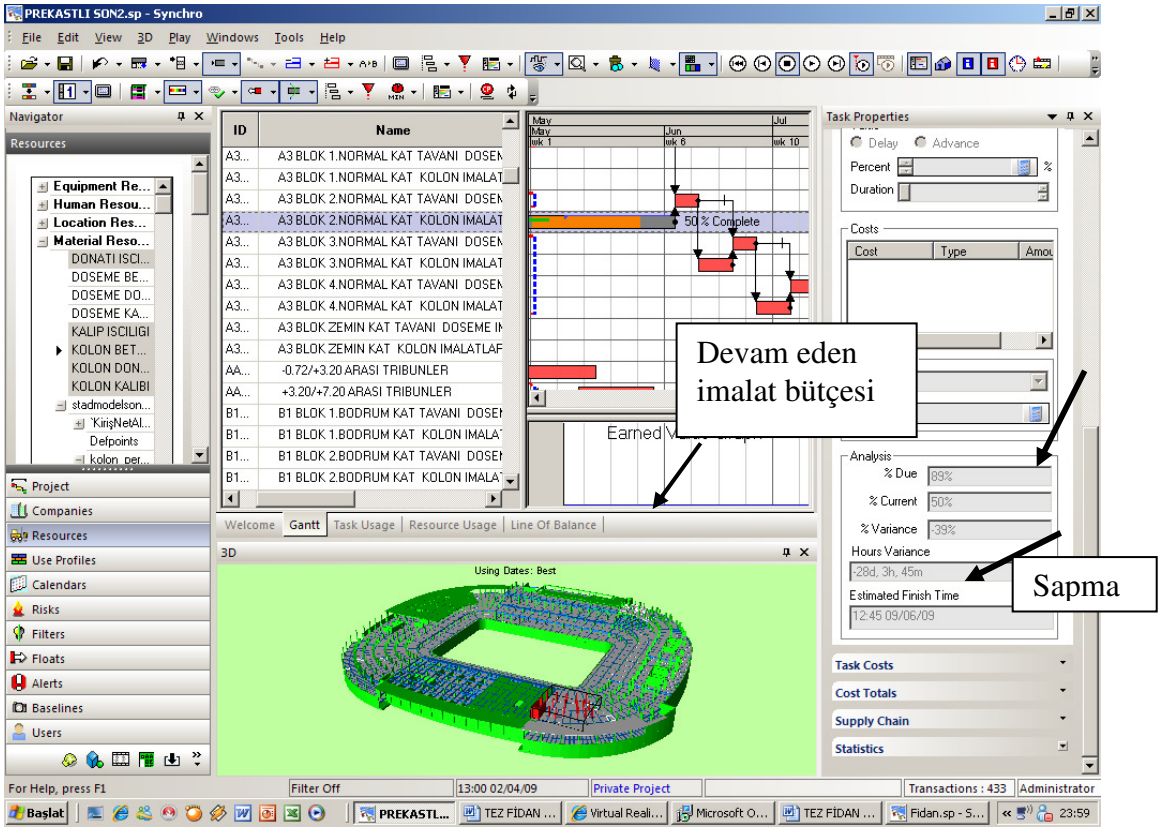


Şekil 5.16 Synchro Yazılımı Bilgi Pencereleri



Şekil 5.17 İmalat Tamamlanma Durumu Gösterimi

Ayrıca yazılımda farklı renklerle (örn. Şekil 5.17, Yeşil renk) kalan imalat süresi ve miktarı gösterilmektedir. Kırmızı renkli olan Gannt diyagramı çubukları ile gecikmiş imalatları ve yeşil renkli olanlar ile de planlanan süreden geç bitirilen imalatları takip etme imkanı bulunmaktadır. Yazılım planlanan süre ile işin reel gerçekleşme süresi arasında ne kadarlık bir sapma olduğunu (günlük,saatlik ve hatta dakika bazında) kullanıcıya göstererek, gecikmelerin sebebini aşağıdaki Şekil 5.18'de gösterildiği gibi ortaya koyar.



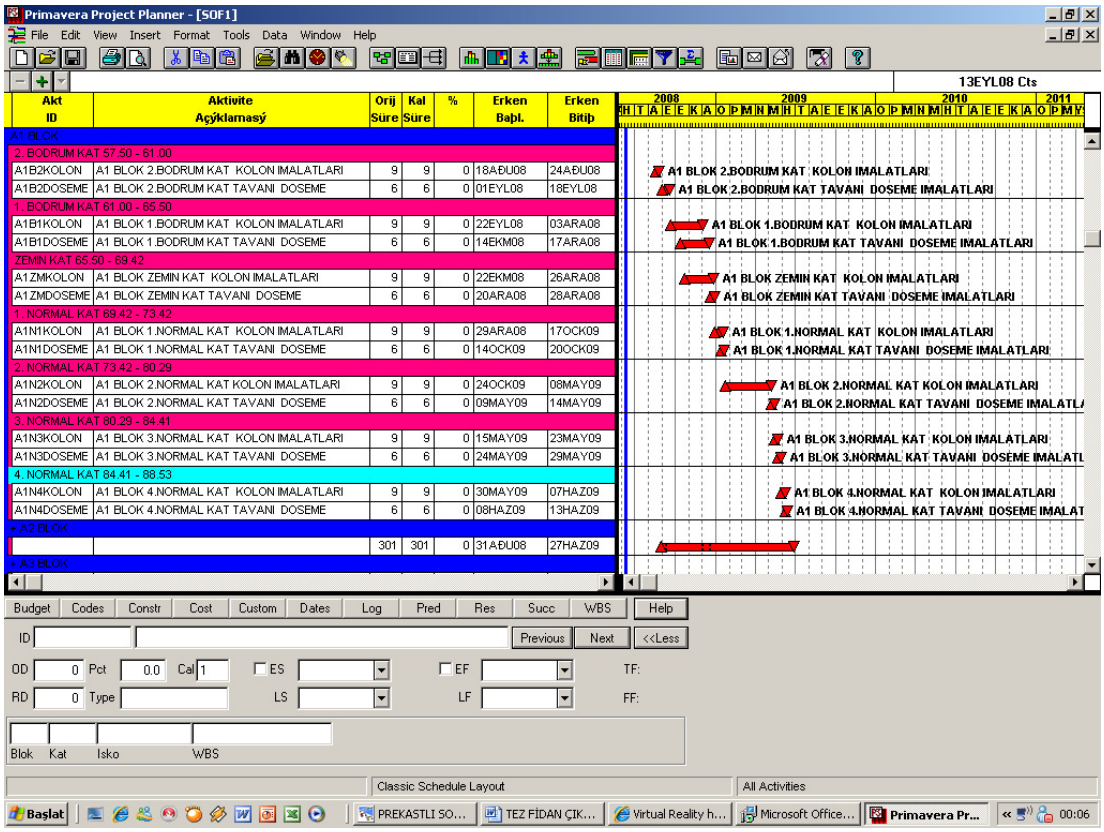
Şekil 5.18 İmalat Sapma Detay Penceresi

Synchro yazılımı sayesinde bazı riskler tanımlanarak bunların süreye ve hatta maliyetlere olan etkisi de ortaya konulabilir. Örneğin vinçler için rüzgar, çalışmalarına etken olabilecek bir risktir. Diğer taraftan havanın yağışlı yada karlı olması sahada süren imalatların önünü kesen faktörler arasında yer almaktadır. Bunların yanısıra sıcaklık beton dökümüne ve çalışma saatlerine etken olmaktadır. Tüm bunlar sistem içerisine dahil edilerek, bu risklerin imalat sürelerine olan etkileri gözlemlenebilir.

Yazılıma ait hafta hafta iş başlangıcından bitimine kadar geçen süredeki görünümler Ek A.3'de yer almaktadır.

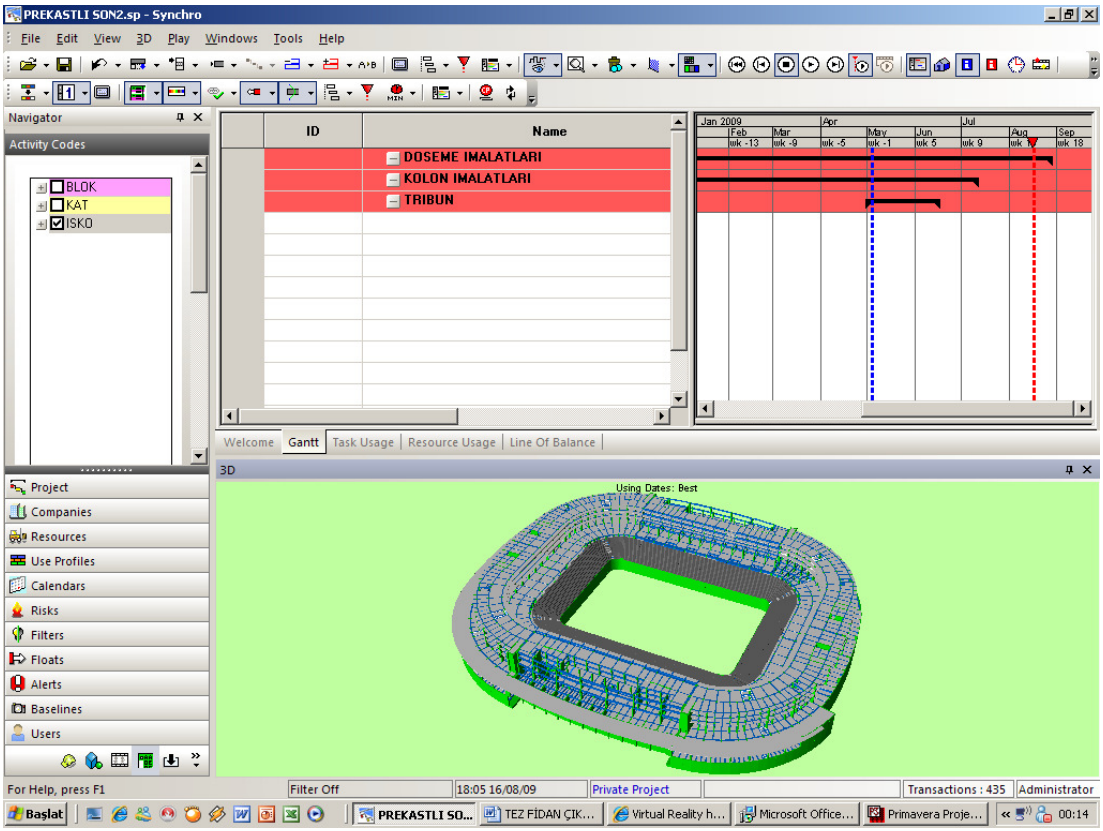
5.3.4 4D CAD yazılımının proje çerçevesinde kullanımı

Aktivitelerin her biri için ister iş programında istenirse Synchro içerisinde kod yapısı oluşturularak bilgi yumağı daha anlaşılabilir hale getirilir. Örneğin vaka çalışmasında odaklanılan projede Primavera Project Planner yazılımı ile iş programında böyle bir kod yapısı oluşturulmuş (Şekil 5.19) ve Synchro yazılımına aktarılmıştır.

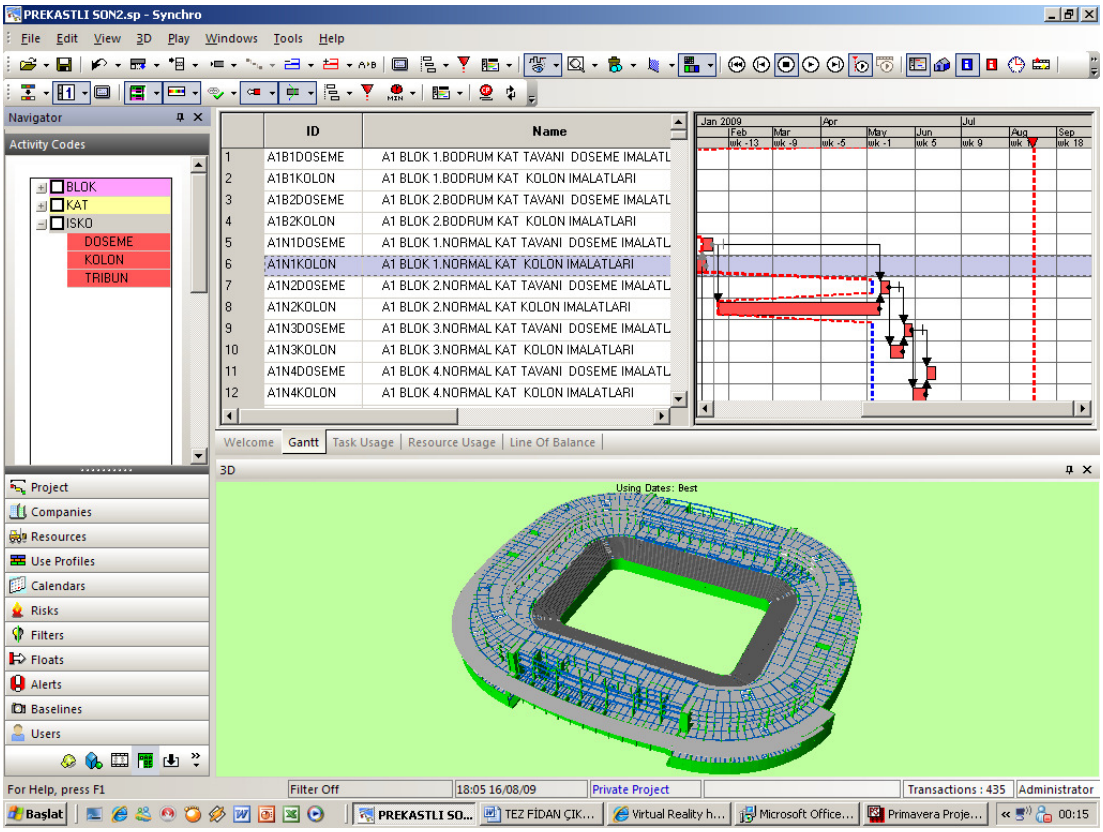


Şekil 5.19 Stad İş Programı Primavera Project Planner'dan Görünüm

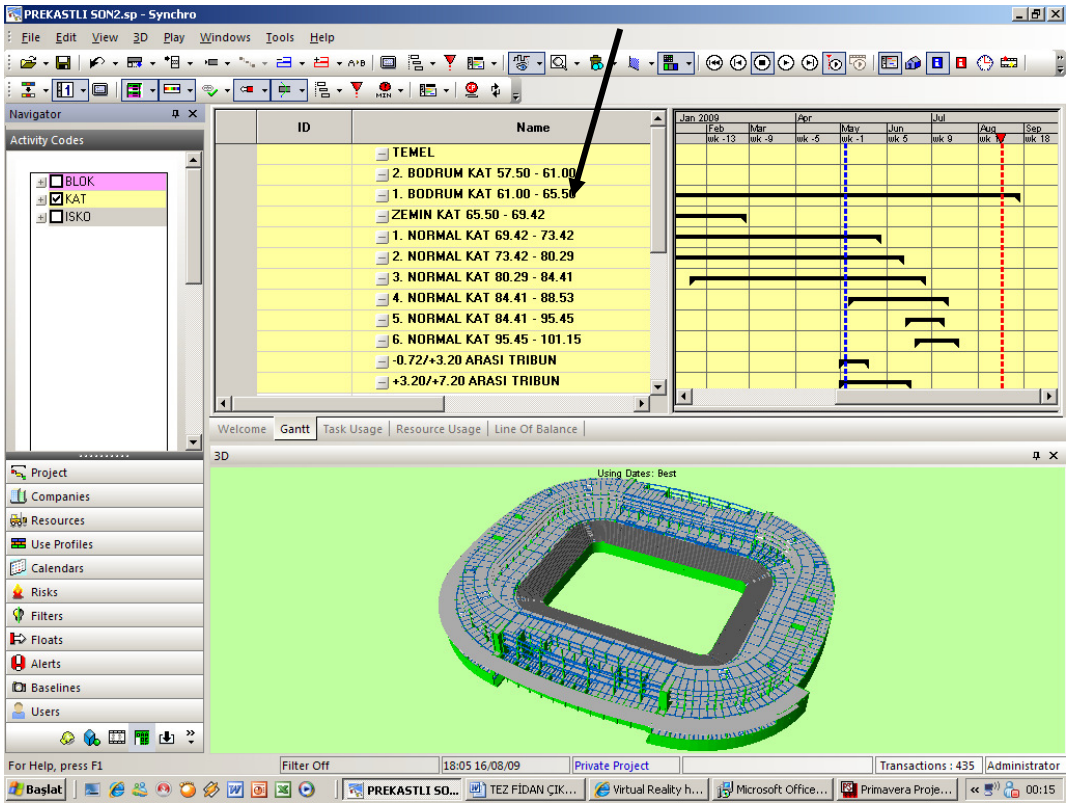
Şekil5.20-21-22 'de Primavera Project Planner'da oluşturulan aktivite kodlarının açılımları gösterilmektedir. Burada anlatılmak istenen aktiviteleri birbirleri arasında ayırmak için kullanılan bir betimleme ile istenilen tür ve türevde ayrıntı görebilme imkanı sağlamaktır.



Şekil 5.20 Synchro Yazılımı İçindeki Kod Tablosu Özeti



Şekil 5.21 Synchro yazılımı İçindeki ISKO Kod Yapısına ait Görünüm



Şekil 5.22 Synchro Yazılımı KAT Kod Yapısına Ait Bir Görünüm

Şekil 5.20-21-22' de görüldüğü gibi ISKO kod yapısı içinde döşeme ve kolon imalatları, keza diğer aktivite kodları, örneğin KAT kod yapısı içinde;

B1, 1.Bodrum kat

B2, 2. Bodrum kat

ZM, Zemin kat

N1, 1.Normal kat

N2, 2.Normal kat

N3, 3. Normal kat ….

şeklinde kat bazında, ve diğer taraftan da;

Şekil 5.23-24-25’ de görüldüğü üzere BLOK adı altında;

AA- A BLOK

A1-A1 BLOK

A2-A2 BLOK

A3-A3 BLOK

BB- B BLOK

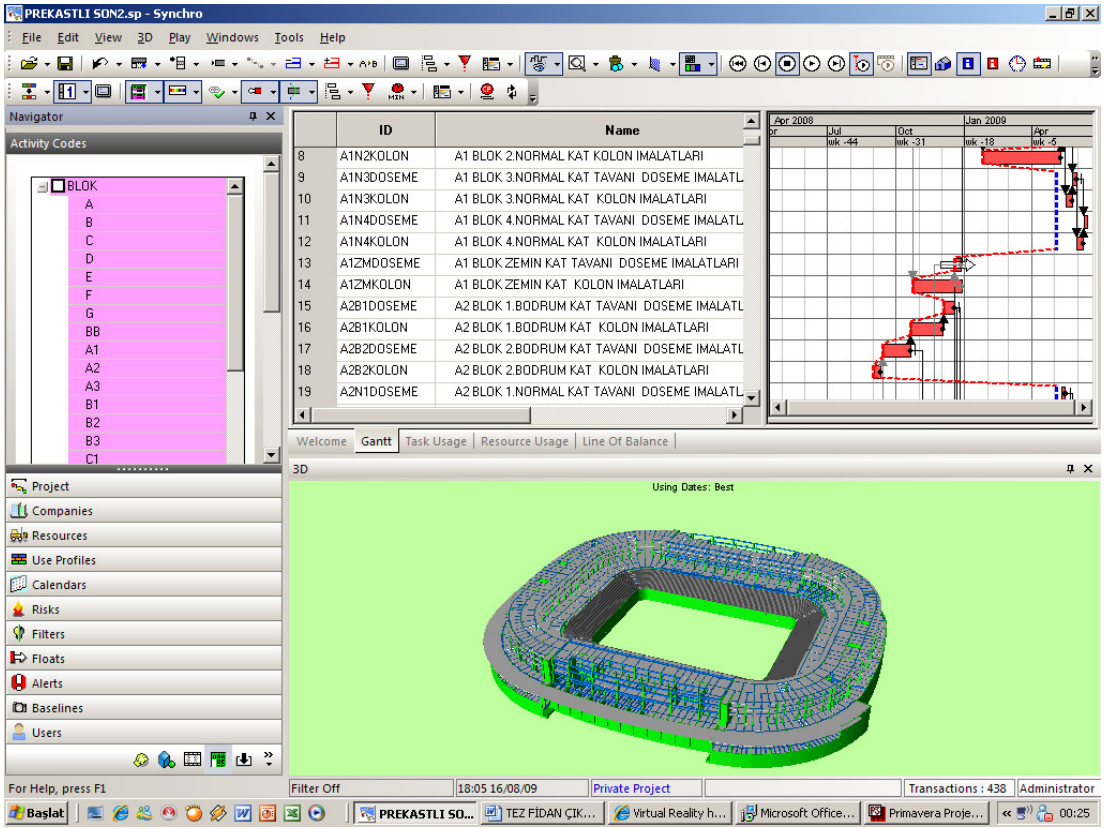
B1-B1 BLOK

B2-B2 BLOK

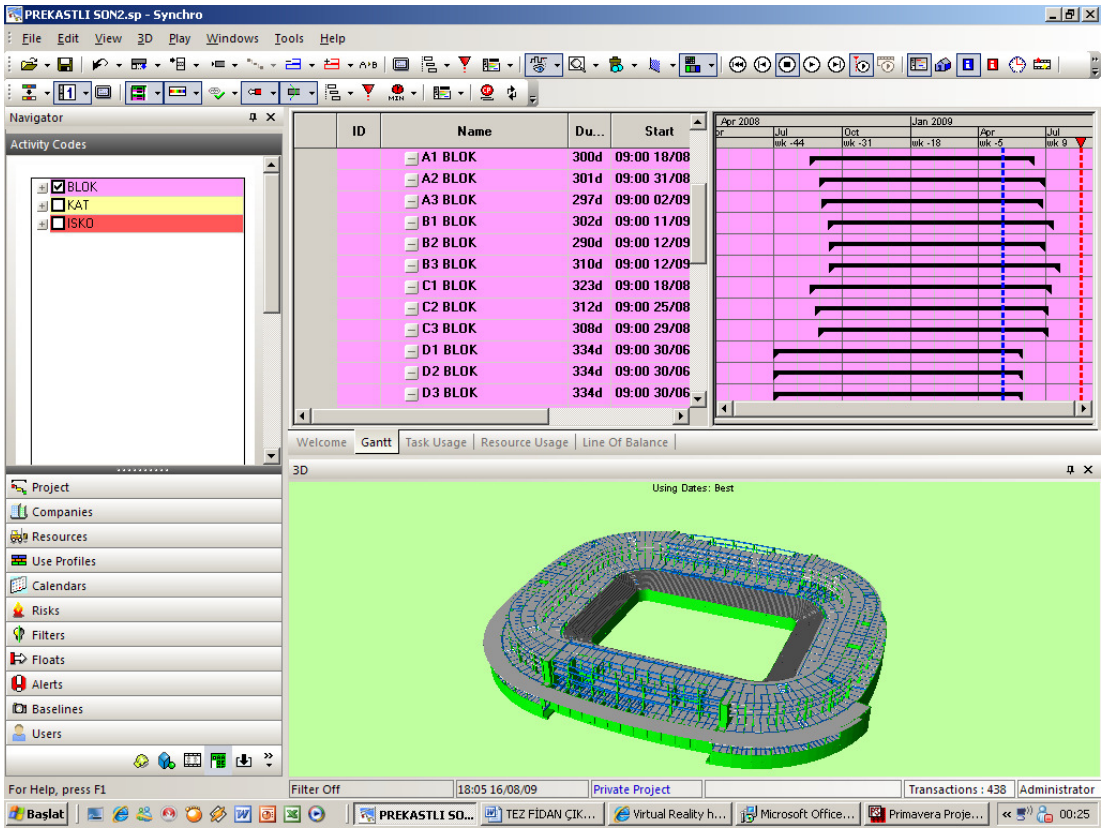
B3-B3 BLOK

….

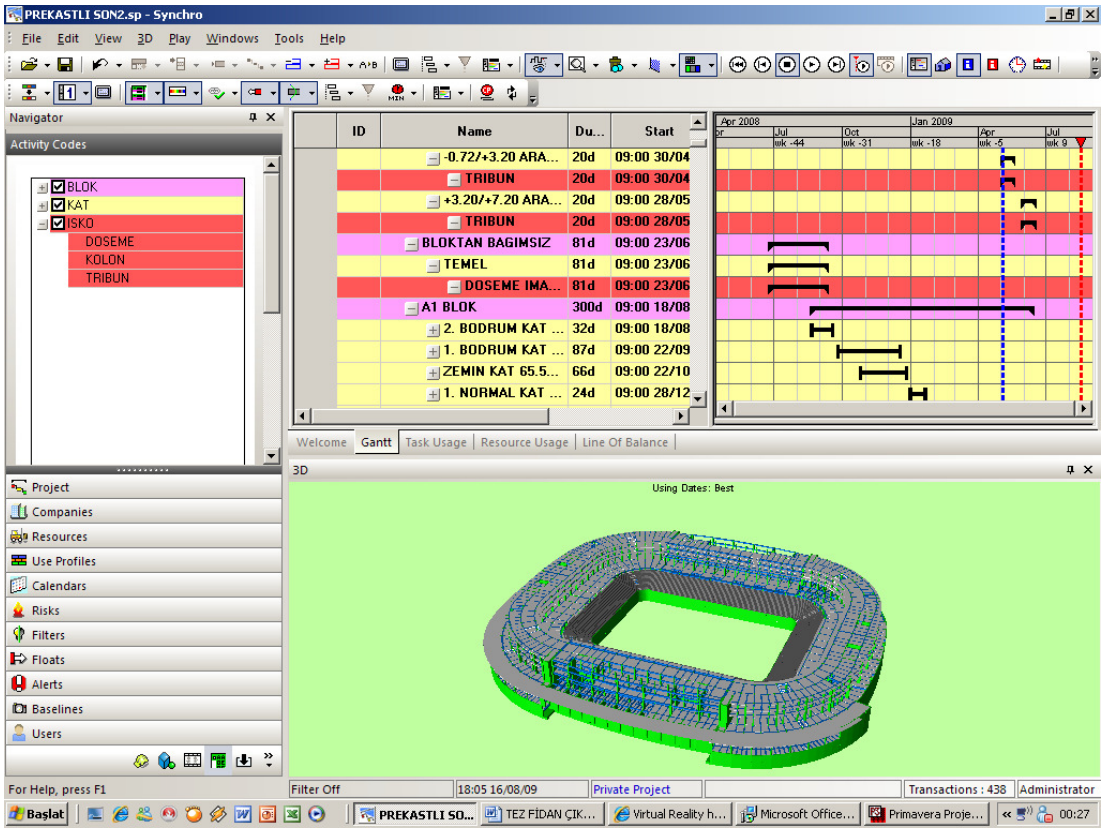
şeklinde tanımlamalar yapılarak aktivite kodları oluşturulmuştur.



Şekil 5.23 Synchro Yazılımı BLOK Kod Yapısı Açılımına Ait Bir Görünüm

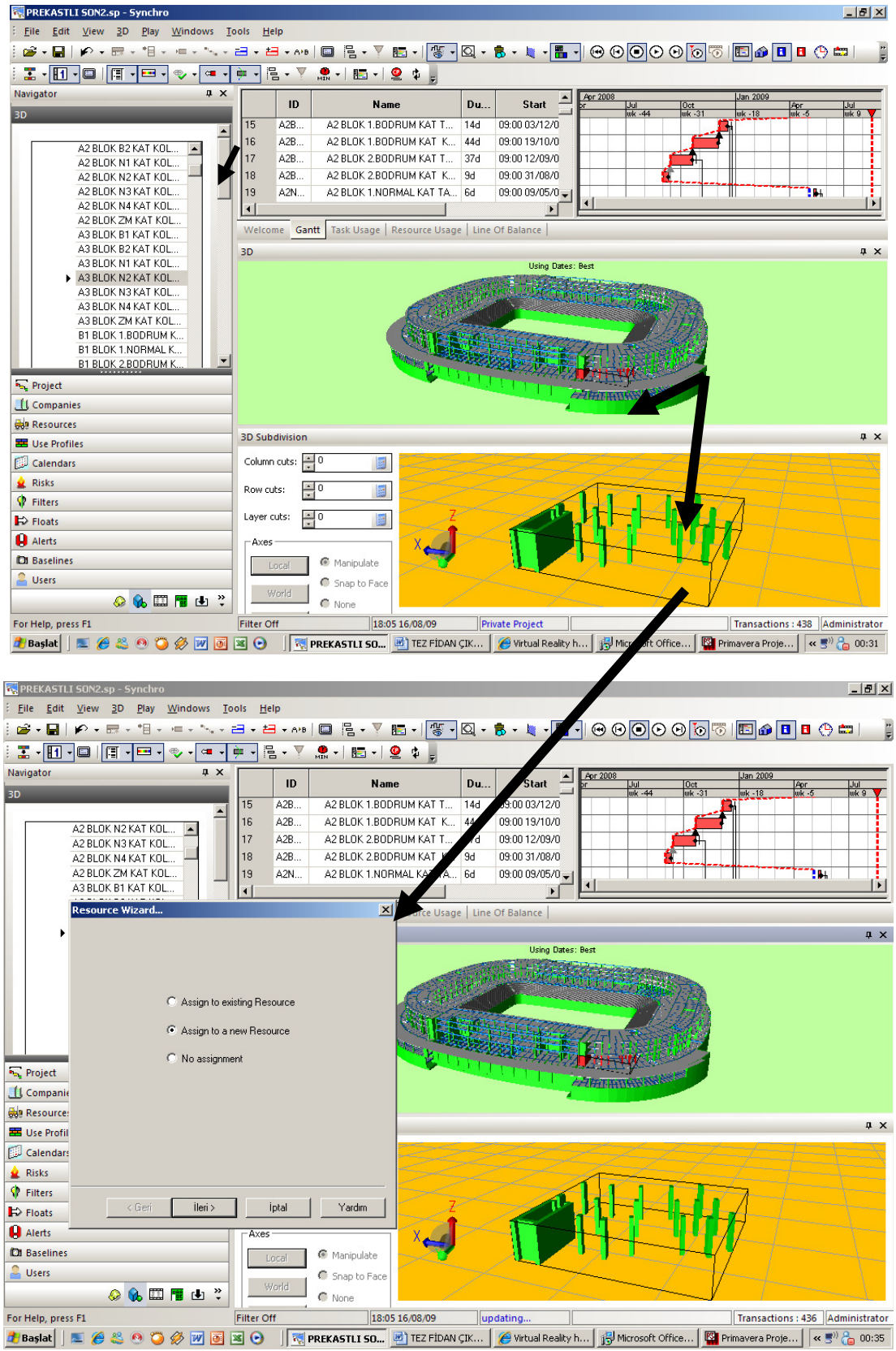


Şekil 5.24 Synchro Yazılımı Blok Kod Yapısına Ait Özet Görünümü



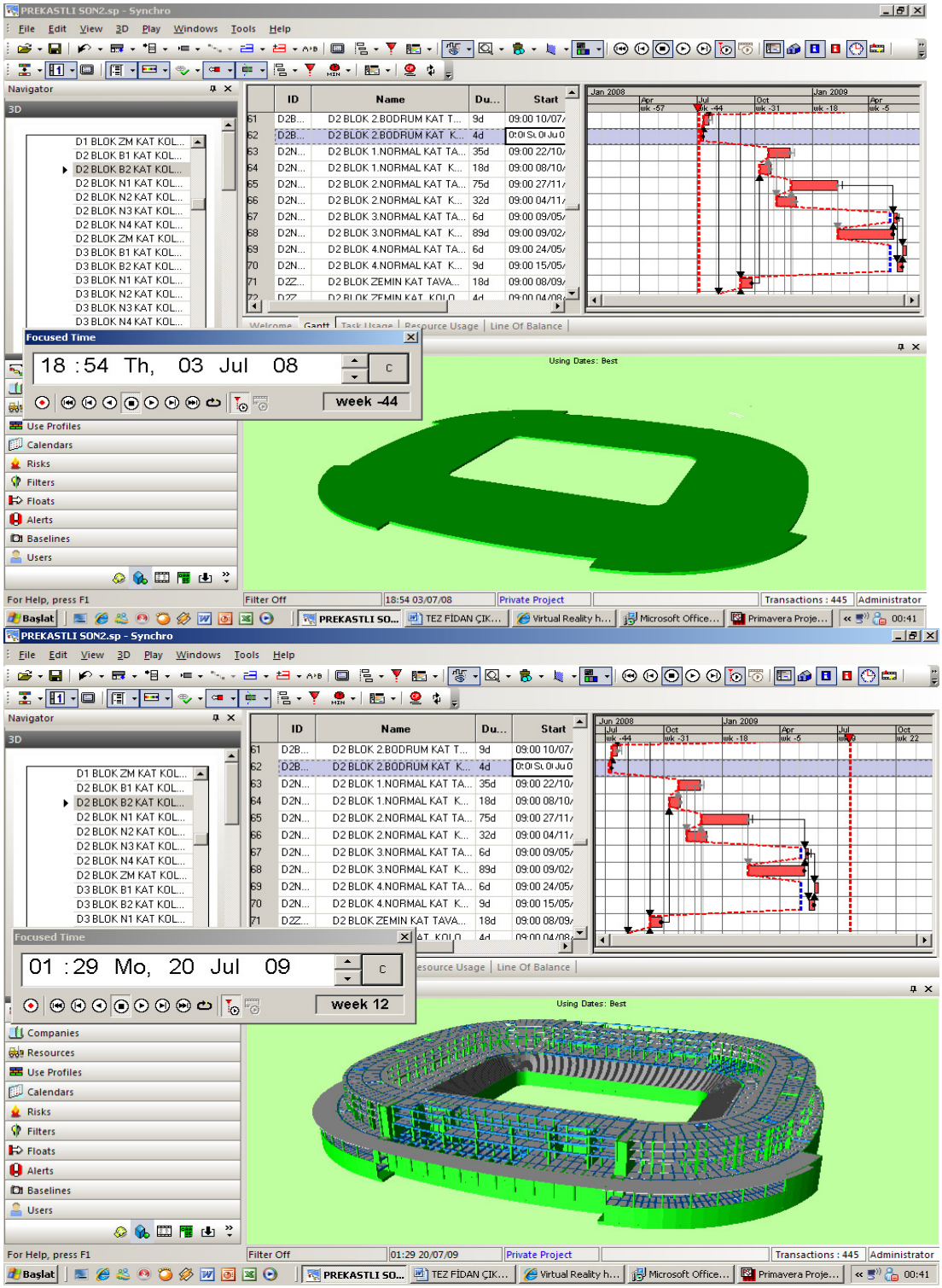
Şekil 5.25 Synchro Yazılımında Tüm Kodların Detay Görünümleri

Daha sonra Şekil 5.26' da görüldüğü gibi yapı elemanlarının geometrilerine kaynaklar atanmıştır.



Şekil 5.26 Synchro Yazılımı Detay Gösterimleri

Tüm bu işlemlerin ardından simülatör çalıştırılarak aktif hale getirilir ve Şekil 5.27'de görüldüğü gibi adım adım işin başlangıcından bitimine kadar tüm aşamaların simülasyonu sağlanmış olur.



Şekil 5.27 Synchro yazılımında Stad İnşaatının Başlangıç ve Bitiş Tarihlerinden Görünümler

Bu bölümde anlatıldığı şekilde vaka çalışması kapsamında 4D CAD yazılımı kurulup, proje kapsamında test amaçlı olarak uygulanmaya başlanmıştır. Çalışma hedefleri doğrultusunda 4D CAD uygulamalarında karşılaşılan problemlerin belirlenmesi, sınıflandırılması ve operasyonel düzeyden taktik ve stratejik düzeye aktarılmasını gerçek vaka üzerinden örneklemek amacı ile çalışma kapsamında Pareto Analizi gerçekleştirilmiştir. Takip eden bölümde önce Pareto Analizi'nin metodu daha sonra çalışma kapsamında bu metod'un uygulaması aktarılacaktır.

5.4 Pareto Analizi Tekniği

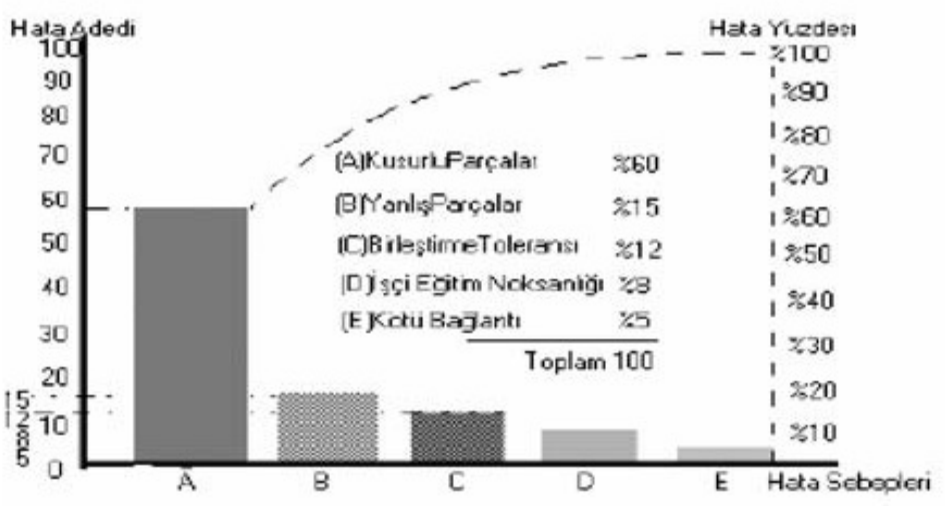
Pareto analizi bir konu, olgu veya kurum hakkında sorunların tanımlanması ve çözümleri için önceliklendirilmesi amacıyla kullanılan bir stratejik analiz yöntemdir. Bu yöntem sorun çözme sürecine başlama yerinin seçilmesi, gelişmelerin izlenmesi, ya da bir sorunun temel nedeninin tanımlanması için bütün sorunların yada koşulların göreli öneminin gösterilmesi gereksinimi olduğu zaman kullanılır. Pareto Analizi, azalan büyüklük sırasına göre ayarlanmış bir çubuk grafiği kullanır. Çubuklar kategorileri, yer, bölüm vb. temsil eder. Çubukların büyüklükleri (uzunlukları); frekansları, yüzdeleri, fiyatları veya zamanı temsil edebilir. Probleme sebep olan birçok faktör olması, problemin çoğunu açıklayan sadece birkaç faktöre dikkat edilmesi ve kompleks problemlerin çözümü için gerekli hareketleri önceliklendirme, "önemli birkaçı", "önemsiz çokluktan" ayırma, probleme katkıda bulunan önemli sebepleri önemsizlere göre ayırma amacı ile yapılabilir.

Pareto prensibi 80-20 kuralı ile formüle edilir. Bu kurala göre, örneğin; toplam maliyetlerinin %80 'i maliyeti oluşturan unsurların %20 'sinden oluşmaktadır. Ya da toplam cironun %80 'i müşterilerin %20 'sinden elde edilmektedir.

Pareto diyagramı; azalan bir sırada düzenlenmiş ve sorunun frekanslarını gösteren çubuk şemasıdır. Pareto analizi çoğunlukla bir sorun çözme aracı olarak düşünülür, ancak aslında pareto analizi ile sorunun nasıl çözüleceğinden çok hangi sorunların çözüleceği kararının verilmesinde kullanılır. Bir Pareto Diyagramı oluştururken aşağıdaki yolun izlenmesi önerilir:

1. Çalışma için problem ve zaman dönemleri tanımlanmalı
2. Analiz edilecek veri türleri tanımlanmalı
3. Kullanılacak ölçüm formu tanımlanmalı (ör. frekans, yüzde),

4. Örnek veri toplanıp sınıflandırılmalı
5. Veri sayısı belirlenerek azalan sırada ayarlanmalı
6. Eğer mümkünse her kategoriye maliyet tayin edilip frekans maliyetle çarpılmalı, ve yeniden önceliklendirilmelidir [57] (Şekil 5.28).



Şekil 5.28 Bir Pareto Diyagramı örneği

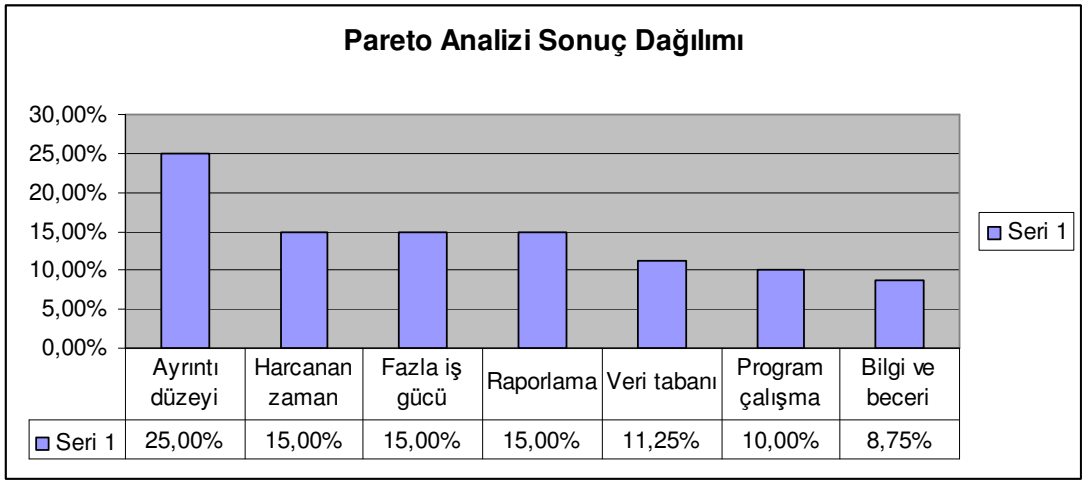
5.4.1 Pareto analizinin kurumsal uygulaması

Pareto Analizi'ne baz oluşturacak veriler, kurum içerisinde yazılımı kullanan kişiler ile gerçekleştirilen yarı-yapısal mülakatlar neticesinde elde edilmiştir.

Görüşmeler esnasında problem alanları katılımcılara sunulmuş, ve eğer o alanı 4D uygulamasının kurulum, uygulaması konusunda problem olarak görüyor ise alan için 1 puan, görmüyor ise 0 puan vermesi istenmiştir. Bu değerlendirmeden sonra kullanıcılara problemler hakkındaki detaylı görüşleri açık uçlu soru olarak yöneltilmiştir. Uygulamada karşılaşılan problemlere odaklanan görüşmeler esnasında 20 kişilik bir grupla yapılan mülakat sonrasında, problem alanlarına ait alınan cevaplar ve bunların dağılımı Çizelge 5.4 ve Şekil 5.29' da gösterilmiştir.

Çizelge 5.4 : 4D Uygulamalarında Karşılaşılan Sorunlarla Yapılan Pareto Analizi Sonuç Çizelgesi

Ayrıntı düzeyi	Harcanan zaman	Fazla iş gücü	Raporlama	Veri tabanı	Program çalışma sistematiği	Bilgi ve beceri düzeyi(hakimiyet)	TOPLAM
20	12	12	12	9	8	7	80
25,00%	**15,00%**	**15,00%**	**15,00%**	**11,25%**	**10,00%**	**8,75%**	**100,00%**



Şekil 5.29 Pareto Analizi Sonuç Dağılımı

Alınan görüşlerde tüm katılımcıların dikkati çektiği en büyük sorun ayrıntı düzeyi olarak ortaya çıkmıştır. Diğer taraftan harcanılan zaman, iş gücü ve raporlama eşit puan alarak ikinci sırada yer almışlardır. Programın çalışma sistematiği ve anlaşılabilirliği açısından hakimiyet, girilen bilgiler ve sonrasında kontrol edilenlerle tutarlılığın ölçülmesi hususu üçüncü sırada yer almış ve bunları takiben de son sırada kullanıcı bilgi düzeyi ve becerisi yer almıştır.

Programın uygulanmasında en büyük sorunlar arasında programdaki ayrıntı düzeyi yer almaktadır. Uygulamada kullanıcıya bırakılan bu kararın altında mevcut projelerin tam ve eksiksiz olmasının gerekliliği yanında iş programı takip ve kurgusundaki ayrıntı düzeyi de önem taşımaktadır. İş programında saha takibi sırasında alınan veriler ile iş programı haftalık-aylık güncellemelerinde bu veriler kullanılarak yapılan değerlendirmelerin ne düzeyde yeterli olduğu da program için göz önüne alınması gereken ayrıntı düzeyini belirleyici etmenler arasında yer almaktadır. Örneğin, kolon imalatı olarak adlandırılan aktivite içerisinde kalıp-demir ve beton imalatlarının takibi ayrı bir hususu oluşturmakla birlikte bunların kümülatif

olarak değerlendirmesi de analizleri etkilemektedir. Fakat projeler üzerinden demir çizimlerinin de 3. boyutta modellemesi çok zahmetli ve zaman alıcı bir süreç gerektirdiğinden eldeki verilerin yeterli olması durumunda dahi kullanım açısından bazı kısıtlara oluşmaktadır. Bunun yanı sıra beton aktivitesinin de tanımlanması için kütle bloklar oluşturularak sisteme aktarılması, bu bağlamda her bir aktivite için ayrı bir uğraş gereksiniminin ortaya çıkmasından dolayı bu sorunla başa çıkmak oldukça da önem taşımaktadır.

Bunun yanı sıra diğer önemli bir nokta da modelleme için harcanan süre olmaktadır. Projenin büyüklüğüne ve kapsamına bağlı olarak modelleme esnasında göz önüne alınması gereken ayrıntı düzeyi ve objelerin ne derece önem taşıdıkları da söz konusu sorun içerisinde değerlendirildiğinde soruna yol açabilecek bir başka etken olmaktadır. İşlemlerin emek harcanarak elle yapılması ve uğraş gerektirmesi fakat kazanımının da görselliğe olan etkisi tartışılmaz bir sonuç doğurmaktadır.

Sistematiği ve kurgusu tam anlaşılmayan bir program üzerinde çalışmak girilen verilere karşı çıkan bilgilerin doğruluğunu tam olarak test edememekten kaynaklı bazı problemler ortaya çıkarabilir.

Diğer taraftan veri tabanının ve kullanılabilir bir bilgi sistematiğinin oluşturulamamasından dolayı isimlendirme ve aynı isim altında tanımlamalar tüm kullanıcılar tarafından geçerli bir şekilde kullanılamamaktadır. Örneğin kolon-perde olarak adlandırılan bir çizgi türünün başka kullanıcı tarafından farklı bir isimle örneğin, KLP01 olarak adlandırılması kullanıcı yorumuna açık bırakıldığından bazı semantik (anlam) karmaşalara sebep olmaktadır.

Primavera Project Planner, iş programı kadar detaylı bir yapıda raporlama sistematiğine sahip olmayan 4D CAD programları ile istenilen düzeyde bilgi alma imkanı verilememektedir. Çoğunlukla yazılımlar sadece görsel açıdan bir sunum için kullanılmaktadır.

6. DEĞERLENDİRME ve SONUÇ

İnşaat Yönetimi'nde süreç modeli içerdiği semantik veri yapısından dolayı üretime esas olan geometrik modelden farklı bir yapıdadır. Ancak etkin bir inşaat yönetim sürecinin sağlanabilmesi için, projenin tasarımdan yapım fazının sonuna kadar olan farklı fazlarında, geometrik ve (süreçlere ait) semantik veri'nin zaman ekseni de göz önüne alınarak entegrasyonu yararlı olmaktadır. Yapı'nın geometrik modeli ile süreçlere ait semantik veri'nin zaman ekseninde entegrasyonunu sağlayan bilgi sistemleri / yazılımlar 4D CAD ismi ile anılmaktadır. Giriş bölümünde belirtildiği üzere çalışma'nın hedefleri;

1. ***4D CAD yazılımları kurulum ve uygulaması hakkında derinlemesine bilgi sahibi olmak***
2. ***Şirket bünyesinde 4D CAD yazılımlarının kurulum kararı için stratejik düzeyde örnek analizler uygulamak.***
3. ***Seçilen bir 4D CAD yazılımını şirket bünyesinde örnek bir proje (vaka çalışması) çerçevesinde kurmak, ve kurulan yazılımı kullanarak bir 4D simülasyon modeli oluşturmak***
4. ***4D CAD yazılımının in uygulanmasında karşılaşılan sorunları, operasyonel düzeyden, orta ve üst yönetim düzeyine aktarılabilecek formatta analiz etmek.***

olarak belirlenmişti. Çalışmada bu hedefler doğrultusunda araştırma ve analizler gerçekleştirilmiş, gerçekleştirilen araştırma, uygulama ve analizler detaylı olarak 2, 3, 4 ve 5. bölümlerde aktarılmıştır. Takip eden alt bölümlerde 1, 2 ve 4. hedefler doğrultusunda gerçekleştirilen araştırma ve analizlerin sonuçları özetlenecek ve değerlendirilecektir.

6.1 Hedef 1: Özet ve Değerlendirme

4D CAD yazılımlarının ortak özelliği, program dışında oluşturulan CAD çizimlerini 3 boyutta işleyip, planlama programlarında hazırlanan iş programları ile birleştirerek simülasyon modelleri oluştururlar. Türkiye'de 4D teknolojilerinin yeteri kadar kullanım alanı ve kullanıcı bulamamasının altında çeşitli sebepler yatmaktadır. Bunlar arasında

- Çoğu şirketin planlama departmanının yeni oluşturulmuş olması.
- Planlama departmanlarında farklı meslek gruplarından kişilerin yer alması ve yönetimde tam hakimiyet sağlanamaması.
- Planlama departmanında çalışan elemanların deneyiminin az olması
- Olumsuz çeşitli yaklaşımlar
- Veri tabanı eksikliği
- Eğitim düzeyi
- Teknolojik gelişimlere kapalılık
- Bilgi ve beceri yetersizliği

gibi sebepler hem yapılan analizler sonucu hem de [58] numaralı kaynağa referansla elde edilmiştir.

Geleneksel planlama yazılımlarında planlamacının hazırladığı programda 2 boyutlu çizimlerin yorumlanıp, görevlerin atandığı imalatlar ve bunlara kaynak ve maliyet bilgilerinin de yüklenmesiyle geleneksel yapım sürecini takip eden inşaat yapım stratejileri geliştirilir. Bu süreçte kararlar akıl yürütülerek de alınabilir ve bazı detaylar atlanabilir. Fakat tüm bu süreç içerisinde bazı detaylar kompleks hale gelir ve gözden kaybolabilir bunlara bağlı olarak çakışma noktalarını yakalamak oldukça güçleşir. Bu da ileride revizelere, zaman kaybına, maliyet artışına, daha çok performans harcanmasına , projede gecikmelere sebep olur.

4D CAD yazılımları bize yapım süreci simülasyonları sağlayarak, yapım sürecinde en doğru olanı uygulamamıza yardımcı olur. Bir kaynağa bağlanamamış imalatların oluşmasını, zaman-boşluk çakışmalarını önleyerek daha etkin ve aktif bir program ve modelleme hazırlamamızı sağlar. Zaman boşluk çakışmaları aynı anda çalışan faaliyetlerde oluşan farklı özelliklerin ortak bir çalışma alanını paylaşmaları sonucu

birbirleriyle karşılaştıklarında sorun yaratır. Bu durum aktiviteleri birbirleri arasında uygulamanın engellemesine ve üretkenliğin azalmasına sebep olur. Fakat bu durumu geleneksel yazılımlar ile gözlemlemek oldukça zordur ve hatta imkansızdır. Ayrıca gecikmelerin sebebini müşterilere (mal sahibi, v.b.) anlatmak durumunda onlarında bir mühendis gibi bilgi birikimi ve sahibi olduğunu düşünmek mümkün değildir. Müşteriler (mal sahibi, v.b.) yapım stratejisinin mantığını anlamakta güçlük çektiklerinden bu yöntemle birkaç dakika hatta saniye de bile onlara bu aşamaları simülasyonlarla model üzerinde göstererek ve anlatarak anlaşılma sorunları ortadan kaldırılır [18].

Tüm yapılan incelemeler, kaynak taramaları, analizler ve değerlendirmeler sonucunda 4D CAD uygulamalarının ülkemizde yaygınlaştırılması, tanıtım ve sunumlarının yapılarak sektör içinde yer edinmesi ve örneklerinin çoğalması için katkıda bulunulması gerektiği sonucuna varılmıştır. Bunun için öncelikle firma planlama departmanlarında bu uygulamalara geçilmeli ve teklif, ihale, yapım ve yapım öncesi tüm aşamalarda uygulama örnekleriyle yaygınlaştırılmalıdır.

6.2 Hedef 2: Özet ve Değerlendirme

Bir şirkette ya da proje planlama ve yönetiminde 4D CAD uygulamasında şirketin stratejik düzeyinde çeşitli analizler yapılarak karar verilir. Çalışma kapsamında, kurulum kararının verilebilmesi için şirket içinde ve araştırmacının katkı ve katılımı ile uygulanan SWOT ve Güç Alanı Analizleri incelenmiştir. SWOT stratejik karar aşamasında firma içinde etkili bir analizdir. Güç alanı analiz yöntemiyle lehte ve aleyhte tüm düşünceler ve görüşler ortaya konularak yapılan değerlendirmelerle kararın uygulanıp uygulanamayacağı hususunda taktik belirlemede kullanılır.

Konu hakkında yapılan literatür taraması baz alınarak gerçekleştirilen SWOT analizinde yazılımın güçlü yönleri arasında simülasyon tabanlı inşaa edilebilirlik analizine imkan sağlanması, fiziken yapılması mümkün yada fizibil olmayan yapı elemanlarının önceden belirlenmesi, imalat problemlerinin oluşmadan tespiti, zayıf yönler arasında iş programı ve model oluşturmada ayrıntı düzeyini belirlemede zorluklar, geometri ve iş programı arasında bağ kurma işleminin genelde manüel olması, fırsatlar arasında proje yönetiminde etkinliğin artması, maliyetin azalması, yapım süresinin kısalması, tehditler arasında ise programa tam hakimiyet sağlanamaması'nın yaratacağı güçlükler öne çıkmaktadır.

“4D CAD programlarını firmamız bünyesinde uygulamak mı, yada mevcut planlama (zaman ve kaynak yönetimi) yazılımının kullanımına devam etmek mi kuruluş için daha faydalı olacaktır?”

sorusu ekseninde gerçekleştirilen Güç Alanı Analizinde, değişim yönündeki güçlerden göze çarpanları; 4D CAD yazılımlarının tasarım tabanlı simülasyona imkan tanıması, anlaşılabilirliği arttırması, iletişim kolaylığı sağlaması ve rekabet avantajı sağlamasıdır. Diğer yönden değişime karşı temel kuvvet olarak, mevcut planlama(zaman ve kaynak yönetimi) yazılımlarının genelde tercih edilir ve bilinir olması, ortaya çıkmıştır.

6.3 Hedef 3: Özet ve Değerlendirme

Her yazılımda olduğu gibi 4D CAD için de, uygulama kararının alınmasına takiben öncelikle gerekli altyapı ve donanımın hazırlanması gerekir. Donanım kapasitesi, kullanıcı bilgi düzeyi ve deneyimi, ve teknik destek kurulumda önem taşımaktadır. SWOT ve Güç Alanı analizlerini takip eden süreçte yazılımın firma’da kurulumu gerçekleştirilmiş, ve yazılım inşaat süreci’nde planlama ve yönetim aktivitelerine destek amaçlı olarak kullanılmıştır. Bu bağlamda, öncelikle çalışma kapsamında gerçekleştirilen SWOT ve Güç Alanı analizleri firma üst yönetimi tarafından değerlendirilmiş, proje planlama aktivitelerine destek olması amacı ile, ve akademi ile ortak yürütülecek bir vaka çalışması çerçevesinde 4D CAD yazılımının GS Seyrantepe Stad’ı inşaatında test edilmesini uygun görmüştür. 4D CAD yazılımı olarak şirket, dünyada artan popülerliği, öğrenim ve kullanım kolaylığı yönünden avantajları olan Synchro yazılımını vaka çalışması çerçevesinde proje kapsamında test ölçeğinde kullanımını uygun bulmuştur. Program kurulumunu takiben , Bölüm 5 de detayları anlatılan biçimde, öncelikle iş programına ait bir kodlama sistemi geliştirilmiş, sonrasında iş programı oluşturulmuş, yapı elemanlarının geometrileri 3D CAD çizimleri formunda modellenmiş, daha sonrasında ise iş programı(semantik) ve geometrik model 4D CAD yazılımı dahilinde birleştirilerek , projeye ait 4D simülasyon modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan model test amaçlı olarak planlama aktivitelerine destek vermek için projede kullanılmıştır.

6.4 Hedef 4: Özet ve Değerlendirme

Çalışmanın son aşamasında 4D CAD uygulamalarında karşılaşılan problemlerin belirlenmesi, sınıflandırılması ve operasyonel düzeyden taktik ve stratejik düzeye aktarılmasını gerçek vaka üzerinden örneklemek amacı ile çalışma kapsamında Pareto Analizi gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada uygulanan Pareto Analizi sonucu'nda uygulamada karşılaşılan temel sorunlar olarak, 4D simülasyon için model hazırlığında ayrıntı düzeyinin belirlenmesi, model hazırlama sürecinde harcanan zaman, simülasyon modelin hazırlığı'nın yol açtığı iş yükü, simülasyon yazılımları kullanılarak etkin raporlar elde etmenin zorluğu temel sorunlar olarak göze çarpmaktadır.

6.5 Bitirirken

Çalışmada,

"Şirket bünyesinde 4D CAD yazılımı kurulumu ve uygulama sürecini stratejik yönetim perspektifinden incelemek"

olarak araştırma amacına ulaşılmış, ayrıca çalışma kapsamında belirlenen 4 hedef de gerçekleştirilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] **Filiz, S.,** 2001, Kırsal Yörede Köy Bazında Ağaç Ve Orman Kaynaklarının Yönetimi Ve Faydalanma Şekilleri, Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, sf. 161-176

[2] **Url-1:** < http://cmaanet.org/cm_is.php> alındığı tarih: 04.04.2009

[3] **Kuruoğlu, M., Arslan,M.,** *Türk İnşaat Sektöründe Proje Yöneticileri için Bilgi ve Becerilerin Değerlendirilmesi*

[4] **Moschel, R., Ravichandran, R.,** 1992, *Small Project Management: 3D Life Cycle*, An honors thesis, Ball State University, Muncie, India

[5] **Westney, E., R.,** *Computerized Management of Multiple Small Projects,* New York, Marcel Dekker

[6] **Heesom, D., Mahdjoubı, L.,** February, 2004, Trends of 4D CAD Applications for Construction Planning*, Construction Management and Economics* , 22, 171–182

[7] **Kuruoğlu, M., Özvek, A.,** Proje Planlama Çalışmaları Gerekli Mi?, *TIM-SE Dergisi*, Yıl: 18, Sayı: 205

[8] **Sriprasert, E., Dawood,N.,**March, 2003, *Multi-Constraınt Information Management And Visualisation For Collaborative Planning And Control In Construction*, http://www.itcon.org/2003/25/

[9] **Grover, D.,** June, 2002, *Graphical Project Planning Techniques: An Overview of Gantt, PERT, and CPM Charts*

[10] **Martin, C., R.,** October,2003, *PERT, CPM, and Agile Project Management*

[11] **Özdemir, İ.,** 2003, *Yapı Yönetimi ve Şantiye Tekniği Ders Notları,* Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir

[12] **Sriprasert, E., Dawood,N.,** Requirements Identification for 4D Constraintbased Construction Planning and Control System, *Construction Informatics Digital Library*, http://itc.scix.net/paper w78-2002-90.content

[13] **Aytekin, O.,** 2008, Gelişmekte olan Ülkeler için İnşaat Sektöründe Otomasyon ve Bilgi Teknolojilerinin Uygulanabilirliği, *TMH - Türkiye Mühendislik Haberleri* / Sayı: 451 - 2008/5

[14] **Kanoğlu, A.,** *Proje Planlaması ve Programlamasına Yönelik Software'in Analiz ve Seçimi için Sistematik bir Yaklaşım*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul

[15] **Kanoğlu, A.,** *Application of General Purpose Project Planning&Programming Software for Production Planning&Control in Plants which Produce Prefabricated Building Components*, İ.T.Ü. Faculty of Architecture, İstanbul

[16] **Kuruoğlu, M.,2002,** *İnşaat Sektöründe Bilgisayar Destekli Planlama*, Çağlayan Kitabevi, Sf.53-66, İstanbul

[17] **Primavera**, *Mühendislik İnşaat Çözümü,* http://www.primavera.com, İstanbul

[18] **Koo, B., Fischer,M.,**1998, Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction*, CIFE Technical Report# 118,* Stanford University

[19] **Wang, L., Messner, I., J., Leicht, R.,** *Assessement of 4D Modelıng for Schedule Vısualızatıon in Constructıon Engıneerıng Educatıon* , Dept. of Architectural Engineering, Penn State, USA

[20] **Akıncı, B., Staub, S., Fischer, M.,** 1997, Productivity and Cost Analysis Based on a 4D Model, *Construction Informatics Digital Library* http://itc.scix.net/paper w78-1997-23.content, Stanford University

[21] **Yerrapathruni,S.,** 2003, *Using 4 D CAD and Immersive Virtual Environments to Improve Construction Planning*, A Thesis in Architectural Engineering, The Pennsylvania State University

[22] **Kang,L., S., Jee, S., B., Kim, C., H., Park, S., Y., Moon, H., S.,** *4D System for Visualizing Schedule Progress of Horizontal Construction Project Including Earthwork*, Jinju Nat., Gyeongsang Nat. University, Korea

[23] **Kähkönen, K., Hyväkkä, J., Porkka, J., Siltanen, S.,** Woodward, 2007, October, Integratıng Buıldıng Product Models Wıth Lıve Vıdeo Stream, *7th International Conference on Construction Applications of Virtual Reality*: October 22-23

[24] **Dias, S., M., J., Capo, J., A., Carreras, J., Gali, R., Gamito,M.,** September, 2003, A4D: Augmented Reality 4D System for Architecture and Building Construction, *CONVR 2003*, Virginia Tech

[25] **Dawood, N., Sika, S.,** 2008, *University of Teesside, Measuring The Effectiveness Of 4d Plannıng As A Valuable Communication Tool*, http://www.itcon.org/2008/39

[26] **Mallasi, Z.,** December, 2004 University of Teesside Middlesbrough Identification, And Visualisation Of Construction Activities' Workspace Conflicts Utilising 4d Cad/VR Tools, *1st ASCAAD International Conference*, e-Design in Architecture KFUPM, Dhahran, Saudi Arabia.

[27] **Fischer, M., Kam, C.,** October, 2002, *PM4D Final Report*, Stanford University

[28] **Kam, C., Fischer, M., Hänninen, R., Karjalainen, A., Laitinen, J.,** January,2003, *The Product Model And Fourth Dımensıon Project* , http://www.itcon.org/2003/12

[29] **Staub-French, S., Khanzode, A.,** September,2006, *3D and 4D Modelıng For Desıgn And Constructıon Coordınatıon: Issues And Lessons Learned*, University of British Columbia , http://itcon.org/2007/26/

[30] **Jongeling, R., Kim, J., Fischer, M., Mourgues, C., Olofsson, T.,** February, 2008, Quantitative analysis of workflow, temporary structure usage, and productivity using 4D models, *Automation in Construction* 17, 780–791

[31] **Koo, B., Fischer, M.,** August, 1998, Feasibility Study of 4D CAD in Commercial Construction , Stanford University

[32] **Jianping, Z., Yang, Z., Zhenzhong, H., Ming, L.,** October, 2008*, Construction Management Utilizing 4D CAD and Operations Simulation Methodologies*, Tsinghua University, The Hong Kong, Polytechnic University

[33] **Yerrapathruni, S.,** 2003, April, *Using 4 D CAD and Immersive Virtual Environments to Improve Construction Planning*, The Pennsylvania State University

[34] **Aalami, F., Fischer. M.,** 1998-2, Joint Product and Process Model Elaboration Based on Construction Method Models, *Construction Informatics Digital Library,* http://itc.scix.net/paper w78-1998-2.content

[35] **McKinney, K., Kim, J., Fischer, M., Howard,C.,** *Interactive 4D CAD*, Stanford University, Stanford

[36] **Kamat, R., V., Martinez, C., J.,** 2000, 3D Visualization Of Construction Processes And Products , *Construction Informatics Digital Library* http://itc.scix.net/paper w78-2000-506.content

[37] **Collier, E., Fischer, M.,** February, 1995, *Four- Dimension Modelling in Design and Construction*, Stanford University, Stanford

[38] **Faddoul, M., Messner, J., Hagan, S., Morrell, J.,** May,2006, Revolutionary Scheduling: The Practical Application of 4D Technology from a CM Perspective, *CMAA 2006 Spring Leadership Forum*, Philadelphia

[39] **Mallasi, Z., Dawood, N.,** June, 2002, Registering Space Requirements of Construction Operations Using Site-PECASO Model, *Construction Informatics Digital Library,* http://itc.scix.net/paper w78-2002-95.content

[40] **Wenfa, H.,** October, 2008, *Integration of Radio-Frequency Identification and 4D CAD in Construction Management*, Tongji University

[41] **Dawood, N., Sika,** S., January, 2008, *Measuring The Effectiveness of 4D Planning as a Valuable Communication Tool*, http://www.itcon.org/2008/39

[42] **Sheppard, M., L.,** February, 2004, IEEE, *Virtual Building for Construction Projects.*, Sf.6-12

[43] **Heesom D., Mahdjoubi, L.,** April, 2002, *Technology Opportunities and Potential for The Virtual Construction Site Existing Technology and Potential*, University of Wolverhampton

[44]**Url-2:** <www.vicosoftware.com/Default.aspx?app=LeadgenDownload&shortp ath=docs%2 FConstructor+View+2009.pdf> alındığı tarih:18.03.2009

[45] **Synchro Software**, Synchro User Guide, Synchro Ltd. Şti.

[46]**Url-3:** <Brothersoft.com,http://img.brothersoft.com/screenshots/ softimage/a/autodesk_navis works-175054-2.jpeg> alındığı tarih: 23.03.2009

[47] **Fröhlich, B., Fischer, M., Agrawala, M., Beers, A., Hanrahan, P.,** Collaborative Production Modelling and Planning, *IEEE Computer Graphics and Applications*, Stanford University, Stanford

[48] **Dawood, N., Sriprasert, E., Mallasi, Z., Hobbs, B.,** June, 2002, 4D Visualisation Development: Real Life Case Studies, *Construction Informatics Digital Library*, University of Teesside, Middlesbrough, http://itc.scix.net/ paper w78-2002-87.content

[49] **Porkka, J., Kähkönen, K.,** *Software Development Approaches And Challenges of 4D Product Models*, VTT Technical Research Centre of Finland

[50]**Url-3:** <ytumimarlik.com,http://www.ytumimarlik.com/sf-product_info-of Fuoriserie_Walt_Disney_Konser_Salonu-cp-468_469-pid-214.htm> alındığı tarih: 23.04.2009

[51]**Url-4:** <http://images.google.com/imgres?imgurl=http://www.arkitera.com/haberler/ 2005/03/21/logan1.jpg&imgrefurl=http://www.arkitera.com/haberler2005/03/21/logan.htm&usg=__L7BTCwh8zg76SsofiEVYAkG5WsM=&h=300&w=466&sz=49&hl=tr&start=3&um=1&tbnid=fzZaiVwX09erfM:&tbnh=82&tbnw=128&prev=/images%3Fq%3DLogan%2BUluslararas%25C4%25B1%2BHavaliman%25C4%25B1%26hl%3Dtr%26rls%3Dcom.microsoft:tr-TR:IE SearchBox%26rlz%3D1I7ADBR_en%26sa%3DN%26um%3D1> alındığı tarih: 25.04.2009

[52] **Url-5:** < Heathrow, http://www.airport-technology.com/projects/heathrow5/> alındığı tarih: 25.04.2009

[53] **Url-6:** < Jumbo,www.jumbo.fi> alındığı tarih: 25.04.2009

[54] **Url-7:** <Wikipedia,http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tallest_buildings_in_ Finland > alındığı tarih: 22.04.2009

[55] **Url-8: <** Generalinfo, http://www.n-s.cn/en/generalinfo/introduction/> alındığı tarih: 15.04.2009

[56] **Url-9: <**Galatasaray.org**,**http://www.galatasaray.org/turktelekomarena/pages/aslantepemetearat.php> alındığı tarih: 01.04.2009

[57] **Uğur, L.,O.,** 2006, *Türkiye Müteahhitler Birliği*, İnşaat Sektöründe Riskler ve Risk Yönetimi

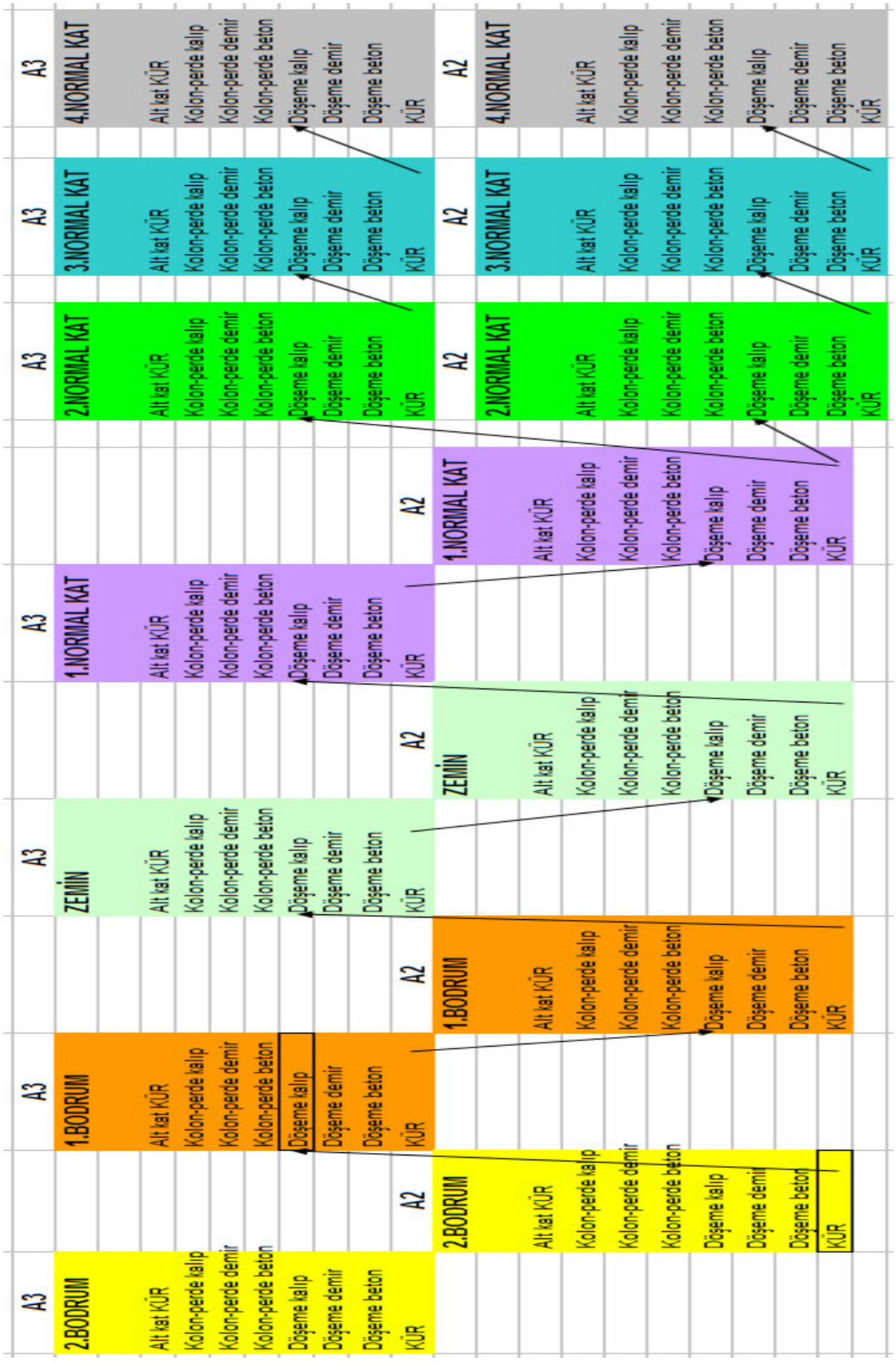
[58] **Sorguç,D., Kuruoğlu, M.,** Ekim,1999, *II. Yapı İşletmesi Kongresi*, Yüklenici İnşaat Firmalarında Planlama Departmanının Durumu ve Sorunları Açısından Yeniden Düzenleme Önerisi

[59] **Url-10: <** mindtools.com,http://www.mindtools.com/pages/article/new TED_06.htm> alındığı tarih: 03.03.2009

EKLER

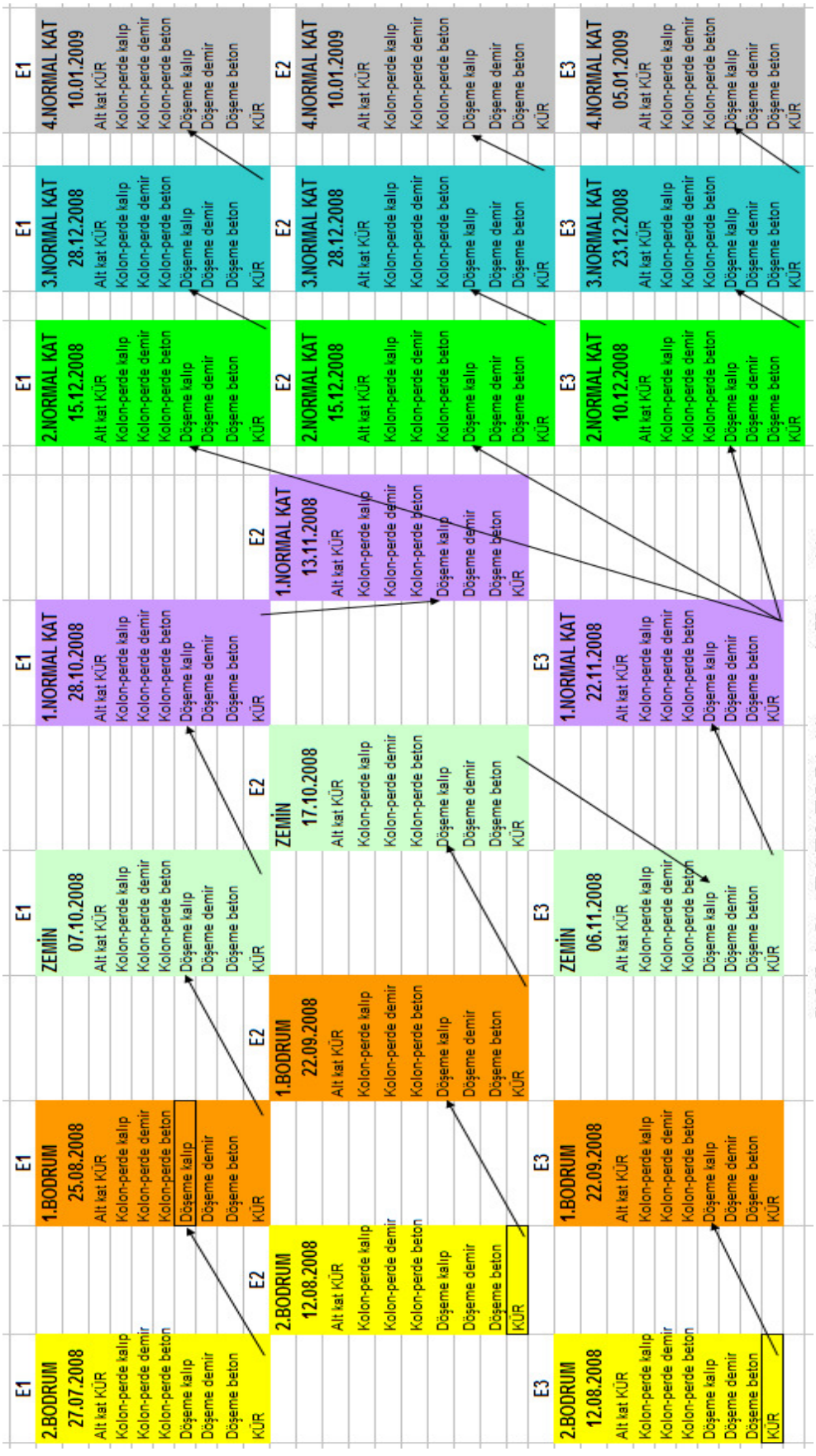
EK A.1 : Bloklar arası Kalıp Aktarımları

EK A.1



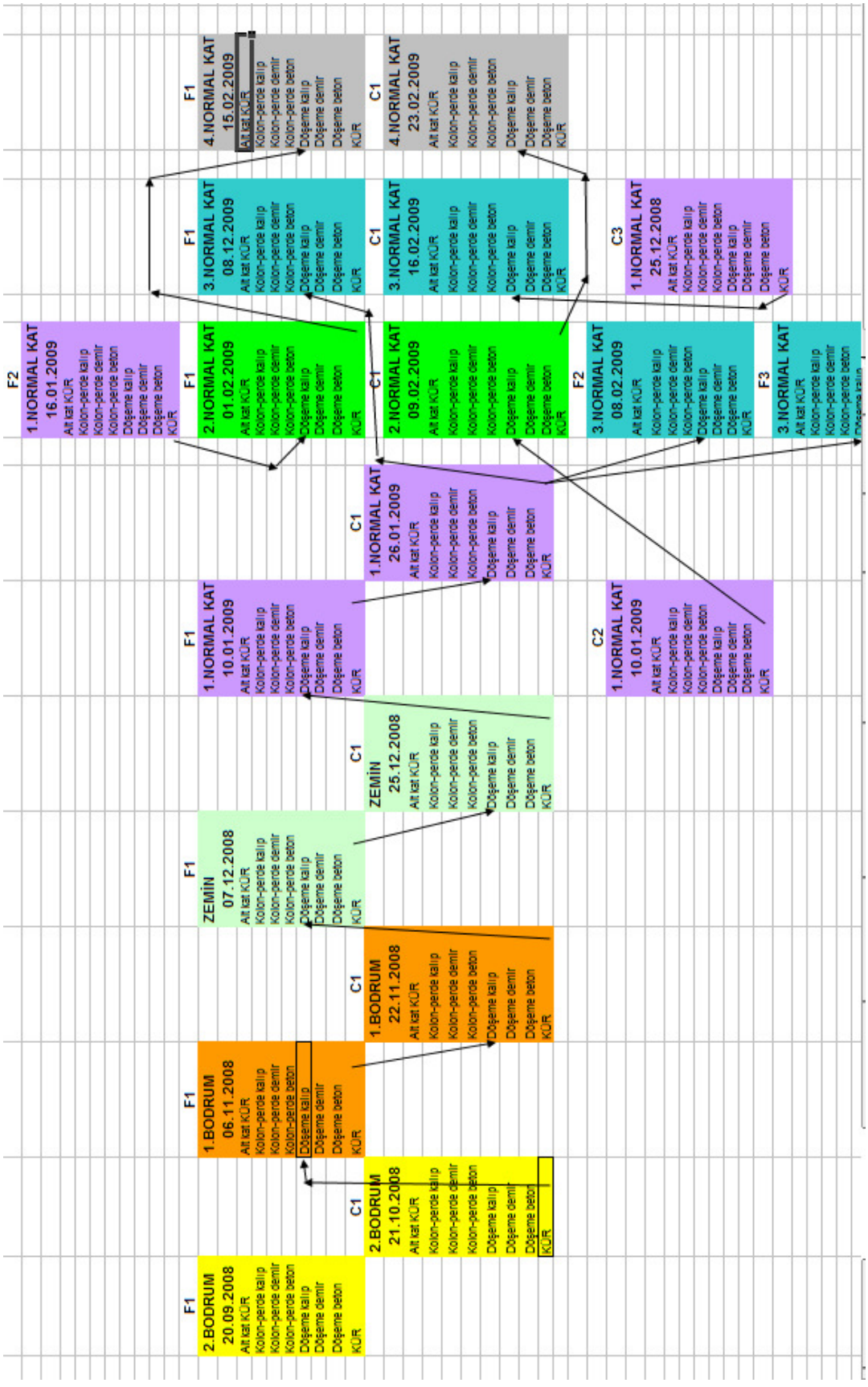
Şekil A.1 : A2-A3 Bloklarına ait Kalıp Aktarımı

EK A.1



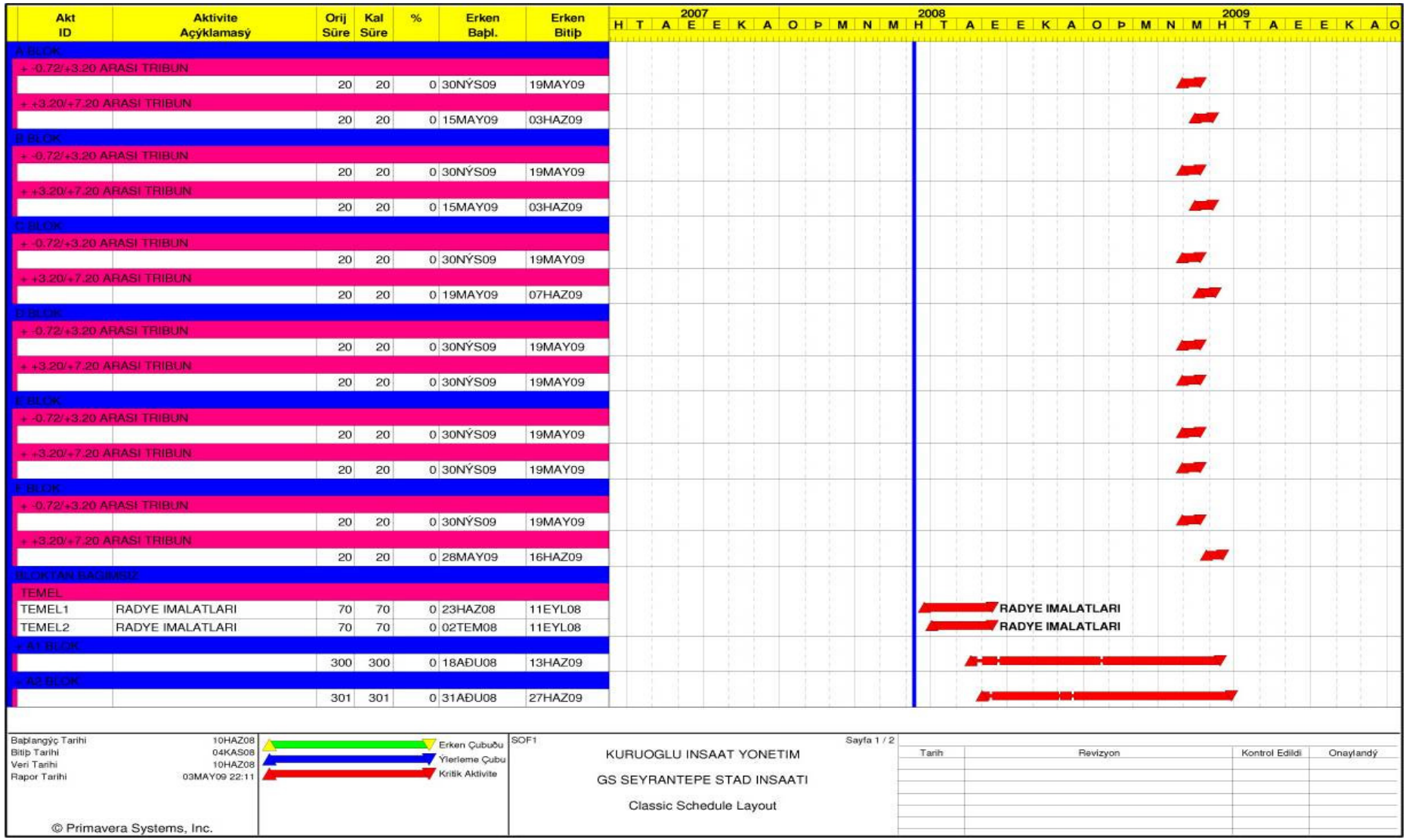
Şekil A.2: E1-E2-E3 Bloklarına ait Kalıp Aktarın

EK A.1



Şekil A.3 : F1-C1 Bloklarına ait Kalıp Aktarımı

EK A.2 : Primavera Project Planner İş Programı Özeti



Akt ID	Aktivite Açýklamasý	Orij Süre	Kal Süre	%	Erken Baþl.	Erken Bitiþ
A BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	15MAY09	03HAZ09
B BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	15MAY09	03HAZ09
C BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	19MAY09	07HAZ09
D BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
E BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
F BLOK						
+ -0.72/+3.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	30NÝS09	19MAY09
+ +3.20/+7.20 ARASI TRIBUN						
		20	20	0	28MAY09	16HAZ09
BLOKTAN BAGIMSIZ						
TEMEL						
TEMEL1	RADYE IMALATLARI	70	70	0	23HAZ08	11EYL08
TEMEL2	RADYE IMALATLARI	70	70	0	02TEM08	11EYL08
+ A1 BLOK						
		300	300	0	18AÐU08	13HAZ09
+ A2 BLOK						
		301	301	0	31AÐU08	27HAZ09

Baþlangýç Tarihi	10HAZ08
Bitiþ Tarihi	04KAS08
Veri Tarihi	10HAZ08
Rapor Tarihi	03MAY09 22:11

© Primavera Systems, Inc.

Erken Çubuðu
Ýlerleme Çubu
Kritik Aktivite

SOF1

Sayfa 1 / 2

KURUOGLU INSAAT YONETIM

GS SEYRANTEPE STAD INSAATI

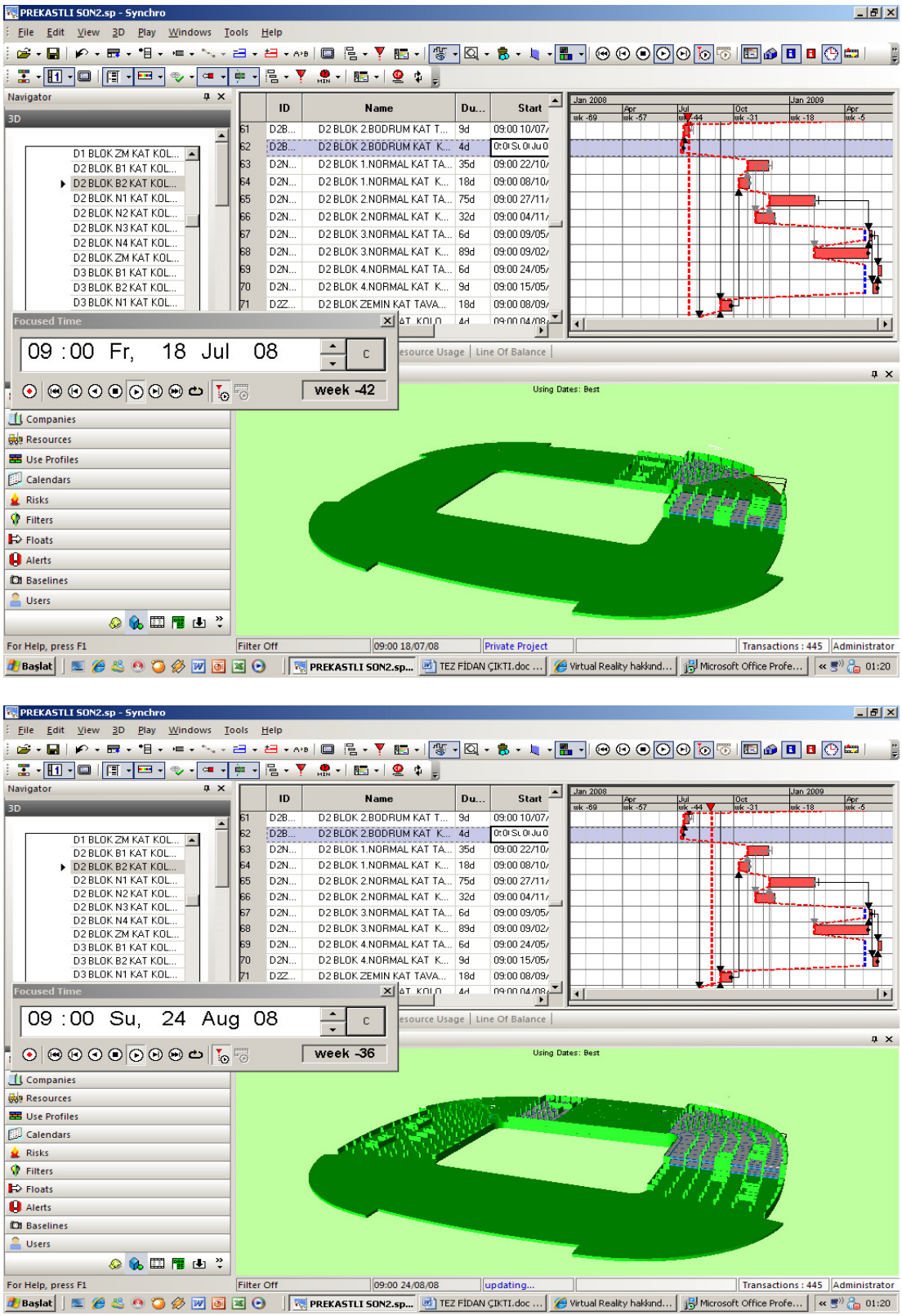
Classic Schedule Layout

Tarih	Revizyon	Kontrol Edildi	Onaylandý

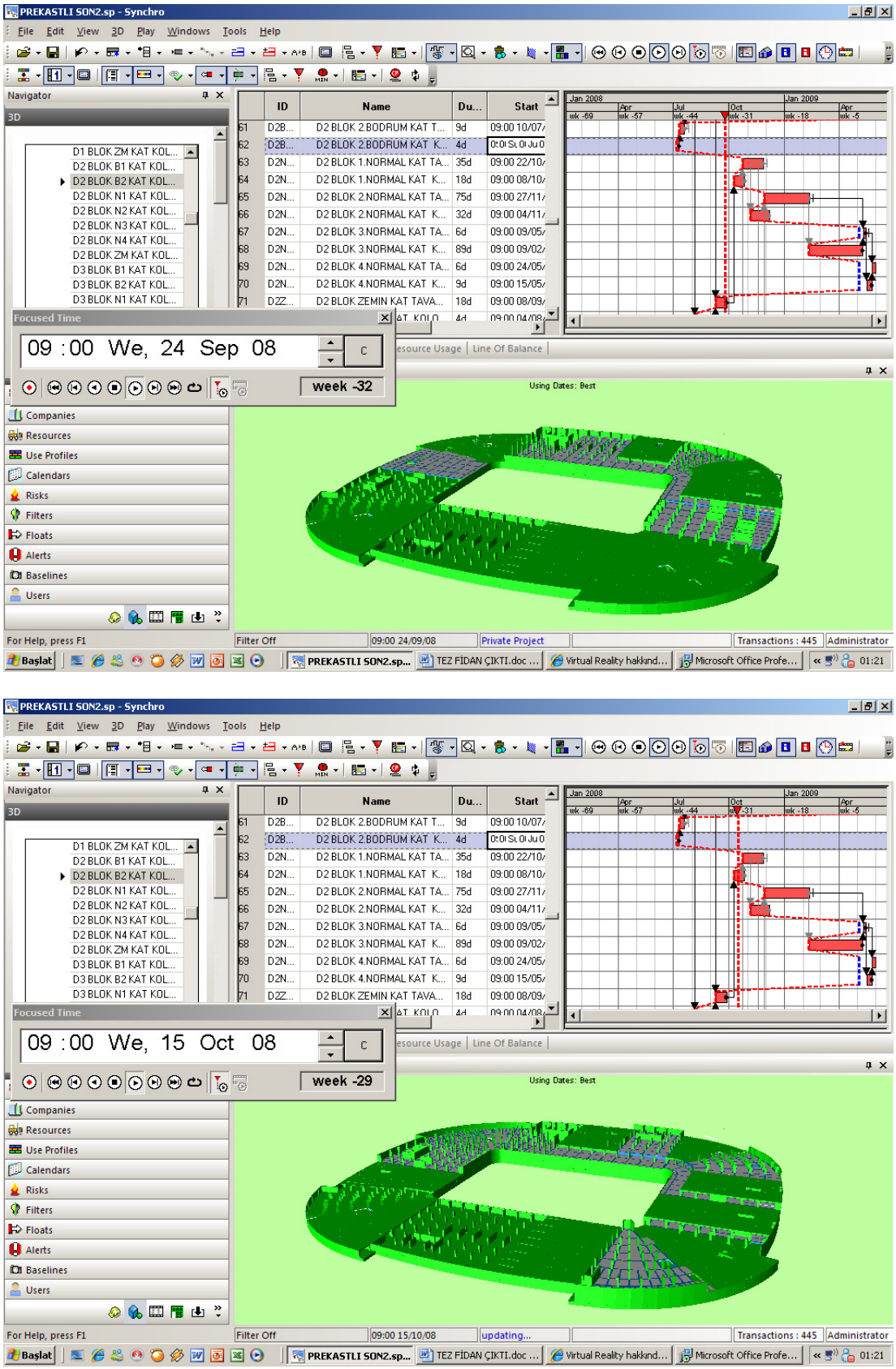

Akt ID
Aktivite Açýklamasý
Orij Süre
Kal Süre
%
Erken Bapl.
Erken Bitip
2007
2008
2009
A3 BLOK 297 297 0 02EYL08 25HAZ09
B1 BLOK 302 302 0 11EYL08 09TEM09
B2 BLOK 290 290 0 12EYL08 28HAZ09
B3 BLOK 310 310 0 12EYL08 18TEM09
C1 BLOK 323 323 0 18AĐU08 06TEM09
C2 BLOK 312 312 0 25AĐU08 02TEM09
C3 BLOK 308 308 0 29AĐU08 02TEM09
D1 BLOK 334 334 0 30HAZ08 29MAY09
D2 BLOK 334 334 0 30HAZ08 29MAY09
D3 BLOK 334 334 0 30HAZ08 29MAY09
E1 BLOK 311 311 0 14TEM08 20MAY09
E2 BLOK 312 312 0 22TEM08 29MAY09
E3 BLOK 312 312 0 22TEM08 29MAY09
F1 BLOK 340 340 0 04AĐU08 09TEM09
F2 BLOK 342 342 0 04AĐU08 11TEM09
F3 BLOK 340 340 0 04AĐU08 09TEM09
Baplangýç Tarihi 10HAZ08
Bitip Tarihi 04KAS08
Veri Tarihi 10HAZ08
Rapor Tarihi 03MAY09 22:11
© Primavera Systems, Inc.
Erken Çubuðu
Yönleme Çubu
Kritik Aktivite
SOF1
Sayfa 2 / 2
KURUOGLU INSAAT YONETIM
GS SEYRANTEPE STAD INSAATI
Classic Schedule Layout
Tarih
Revizyon
Kontrol Edildi
Onaylandý

EK A.3 : Synchro Yazılımına Ait Vaka Çalışması Görüntüleri

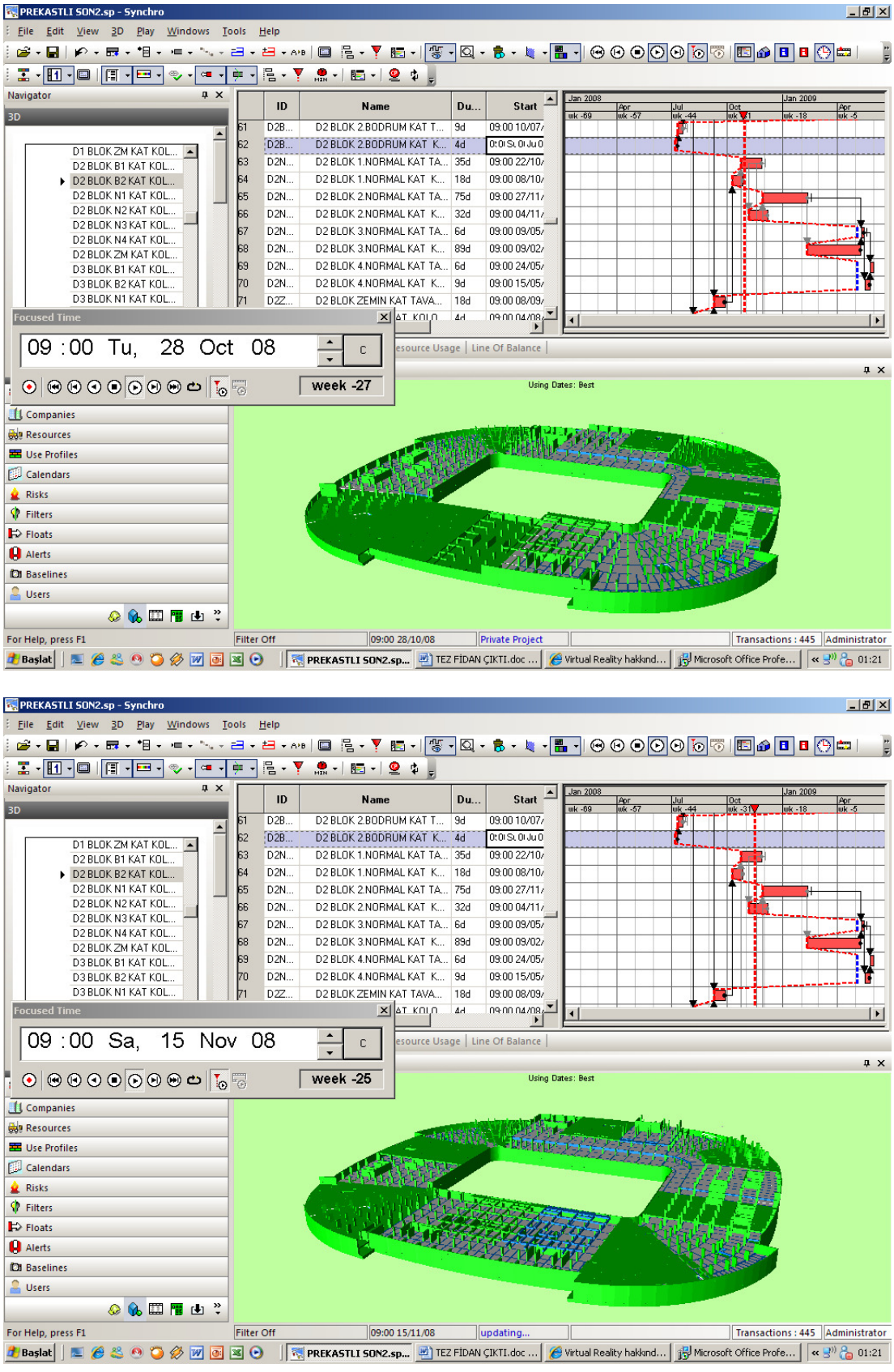
EK A.3



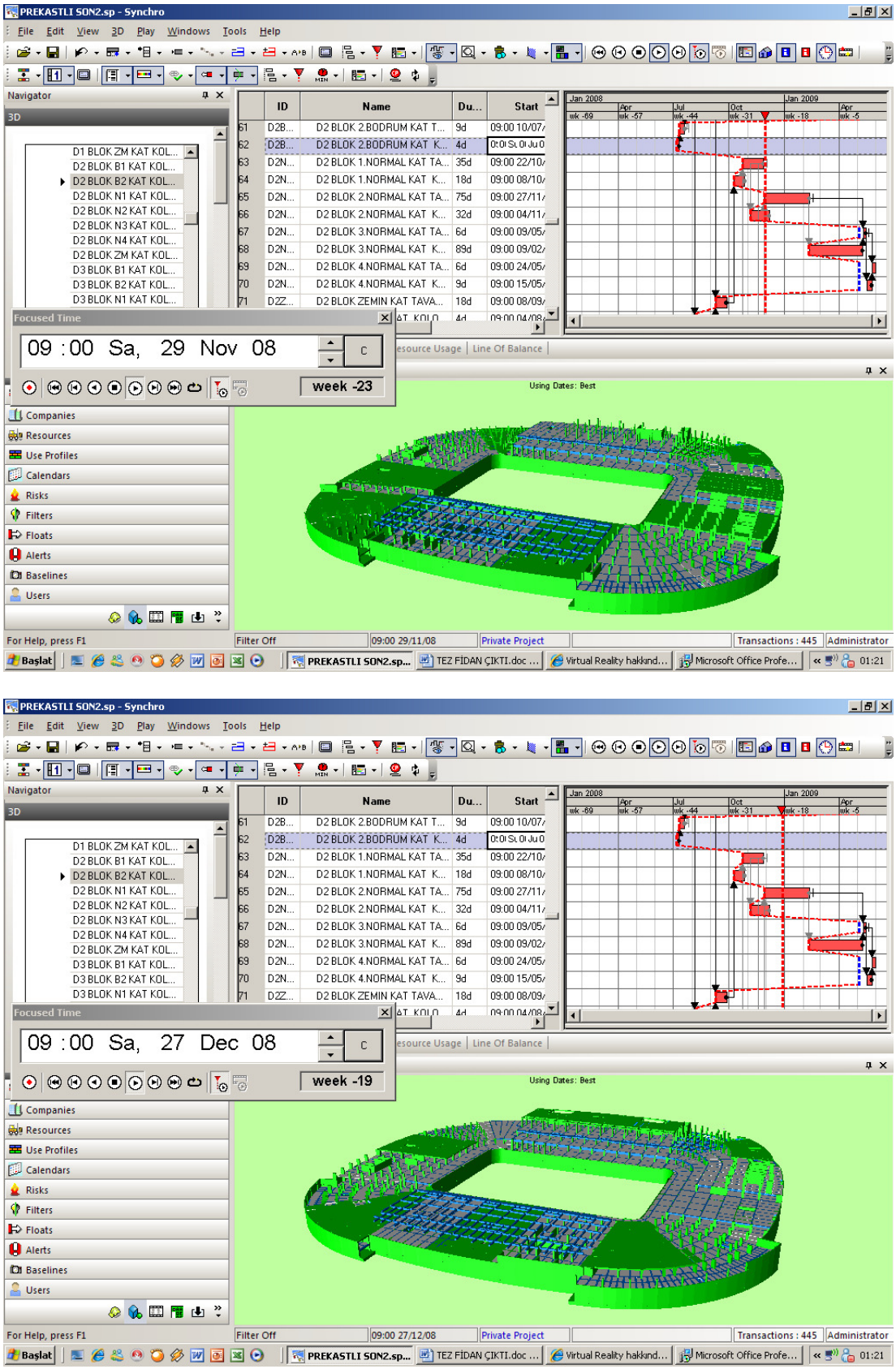
Şekil A.4 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



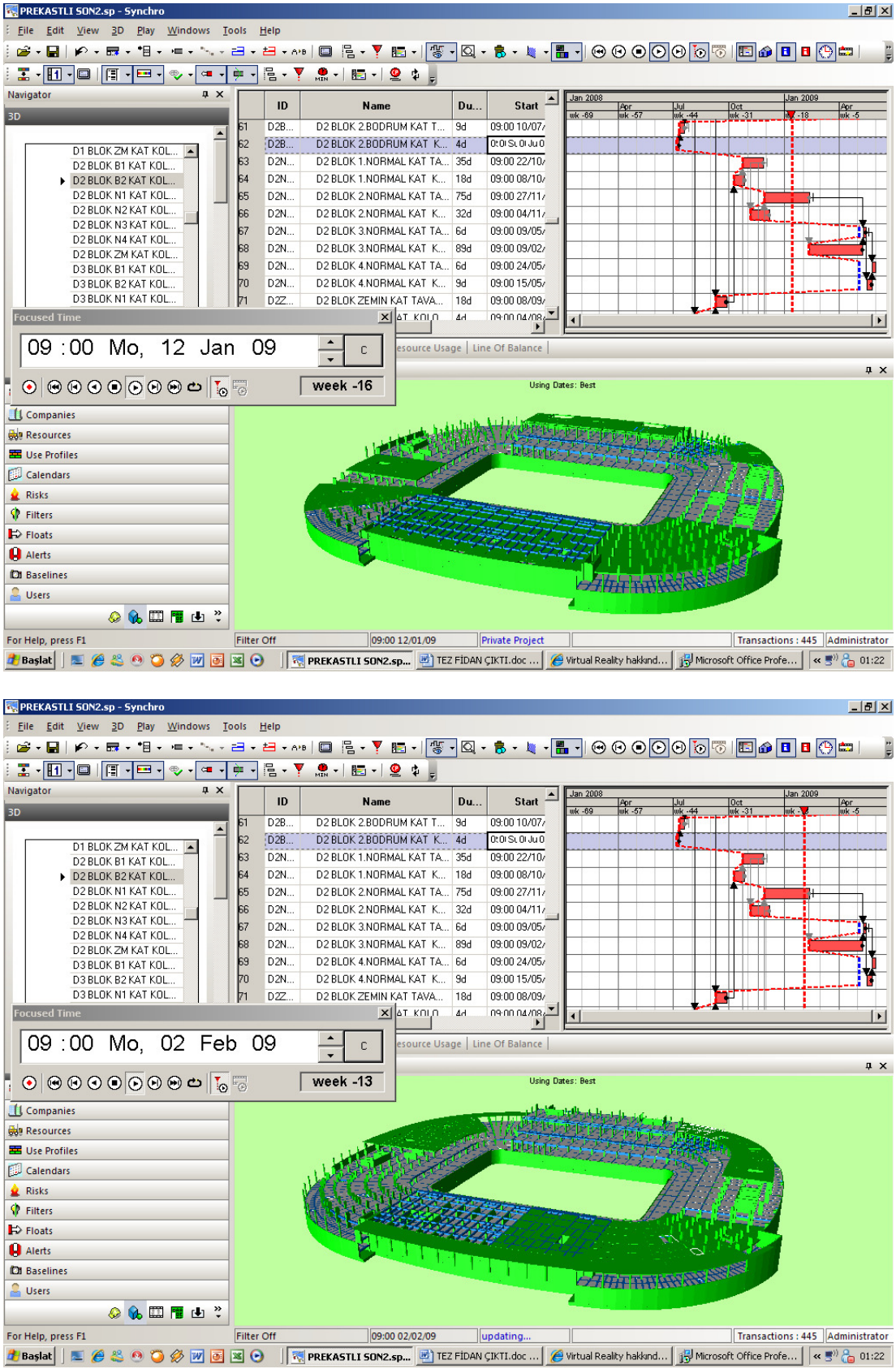
Şekil A.5 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



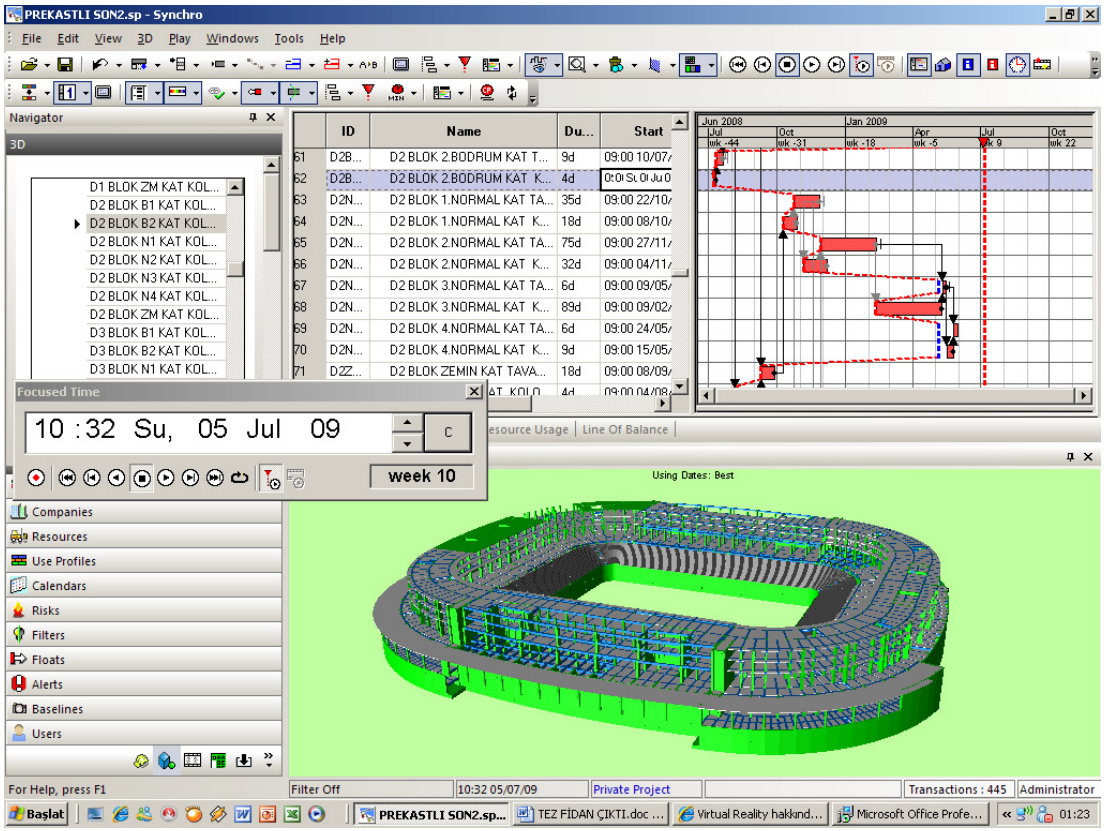
Şekil A.6 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



Şekil A.7 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



Şekil A.8 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



Şekil A.9 : Synchro Yazılımından Haftalık Görünümler



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER:

Doğum Tarihi ve Yeri: 12/08/1984- İZMİR

Adres: Atakent 1.Etap 1.Bölge B14 Giriş:06 Daire:26 Küçükçekmece/İSTANBUL

Hobiler: Bilgisayar, kitap,internet,gezi,sinema, otomobil, teknolojik gelişimleri takip, yağlıboya-resim…

EĞİTİM:

İTÜ Yapı İşletmesi Anabilim dalında yüksek lisans tez çalışmalarımı sürdürmekteyim. İstanbul-2007

Pamukkale Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü / Haziran-2006

İzmir Kız Lisesi /2001

Yabancı Dil: İngilizce

Bilgisayar Bilgileri: Windows,Office programları, Visual Basic 6.0, Primavera, Autocad, Sap2000,internet,...

Dernekler& Kulüpler: İMO, Eğitim Gönüllüleri Vakfı, İTÜSAS (İTÜ Sualtı Sporları Kulübü).