



**YAPI BİLGİ YÖNETİMİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNE
ENTEGRASYONU ALGORİTMİK BİR MODEL ÖNERİSİ**

Kadir ÖZ

**DOKTORA TEZİ
MİMARLIK ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2024

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Kadir ÖZ

04/06/2024

YAPI BİLGİ YÖNETİMİNİN MİMARİ TASARIM SÜRECİNE ENTEGRASYONU ALGORİTMİK BİR MODEL ÖNERİSİ

(Doktora Tezi)

Kadir ÖZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2024

ÖZET

Tasarım birçok verinin bir arada kullanıldığı bir süreci tariflemektedir. Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan bu çalışma algoritmik tasarım yaklaşımı ile entegre veri sunmaktadır. Bu çalışma kapsamında iki model kapsamında veri yönetimi ve disiplinler ve de paydaşlar ölçeğinde yönetim konularına değinilmiştir. Bunlar; algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli ve de kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimidir. Bu iki modelin birleşimi-kesişimi ve entegrasyonu ile ise yapı bilgi yönetimi merkez modeli kurgulanmıştır. Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında karmaşık fonksiyonlu yapı grubunda yer alan otel yapısı örneklem seçilmiş ve erken tasarım evresinin canlı tutulması bağlamında alternatifler üretilmiştir. Bu modelde elde edilen veri kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetim modeline bir altlık-taban olmuştur. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetiminde ise algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modelinden alınan veri disiplin ve paydaş ölçeklerinde disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar bağlamında ele alınarak bir süreç yönetimi tariflenmiştir. Araç ve girdilerin yapı bilgi yönetimine eklenmesi ve de geleneksel ve özgün kullanım önerileri ile bu süreç farklı bir noktaya evrilmiştir. Yapı bilgi yönetimi merkez modelinde ise bütüncül bir yaklaşımla iki model entegre edilmiştir. Böylelikle erken tasarım evresinden başlayan süreç uygulama evresi sonuna kadar entegre bir süreç tariflenmiştir.

Bilim Kodu : 80107
Anahtar Kelimeler : Yapı bilgi yönetimi, entegre model, disiplinler arası koordinasyon, paydaş yönetimi
Sayfa Adedi : 205
Danışman : Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ

THE INTEGRATION OF BUILDING INFORMATION MANAGEMENT INTO THE ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS AN ALGORITHMIC MODEL PROPOSAL

(Ph. D. Thesis)

Kadir ÖZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

June 2024

ABSTRACT

Design describes a process in which many data are used together. This study, which has been created within the scope of building information management, presents integrated data with an algorithmic design approach. Within the scope of this study, data management within the scope of two models and management at the scale of disciplines and stakeholders are addressed. These are; algorithmic, parametric and integrated structure information management model and canonical, integrated and synchronous stakeholder management. With the combination-intersection and integration of these two models, the building information management center model was created. Within the scope of the algorithmic, parametric and integrated building information management model, a sample of the hotel structure included in the complex functional building group was selected and alternatives were produced in the context of keeping the early design phase alive. The data obtained in this model has become a basis for the normative, integrated and synchronous stakeholder management model. In regular, integrated and synchronous stakeholder management, a process management is described by considering the data taken from the algorithmic, parametric and integrated building information management model in the context of the points where the disciplines touch each other at the discipline and stakeholder scales. This process has evolved to a different point with the integration of tools and inputs into building information management and traditional and original usage suggestions. In the building information management center model, two models are integrated with a holistic approach. Thus, an integrated process has been described, starting from the early design phase until the end of the process implementation phase.

Science Code : 80107

Key Words : Building information management, integrated model, interdisciplinary coordination, stakeholder management

Page Number : 205

Supervisor : Prof. Dr. Arzu ÖZEN YAVUZ

TEŞEKKÜR

“Yapı Bilgi Yönetiminin Mimari Tasarım Sürecine Entegrasyonu Algoritmik Bir Model Önerisi” adlı tez çalışmamı sabır ve hoşgörü ile yönlendiren, bilgi, yardımları ile bana destek veren ve bu tezin oluşmasını sağlayan danışmanım Sayın Prof. Dr. Arzu Özen YAVUZ’a, çalışmalarımın her aşamasında bana destek ve yardımcı olan eşim Yüksek Mimar Meliha Havva ÖZ’e, lisans ve lisansüstü hocalarıma, maddi ve manevi destekleri ile beni yalnız bırakmayan sevgili ailem; Murat ÖZ, Tevhide ÖZ, sevgili kızım Tevhidenur ÖZ ve Murathan ÖZ’e ve tez çalışmamda emeği geçen herkese teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xviii
1. GİRİŞ.....	1
2. YAPI BİLGİ YÖNETİMİ	19
2.1. Yapı Bilgi Yönetimi Disiplinler Arası İş Birliği Süreci	29
3. TASARIM VE MİMARİ TASARIM	37
4. ALGORİTMİK VE PARAMETRİK TASARIM	47
4.1. Algoritmik ve Parametrik Tasarımda Kullanılan Araçlar.....	60
5. YAPI BİLGİ YÖNETİMİ MODELİ.....	77
5.1. Algoritmik, Parametrik ve Entegre Yapı Bilgi Yönetimi Modeli	77
5.1.1. Veri, verinin sınıflandırılması ve veri havuzu	82
5.1.2. Mekanların belirlenmesi, tanımlanması ve gruplanması.....	87
5.1.3. Bağıntılar	90
5.1.4. Algoritmik tasarım, parametrik tasarım, entegrasyon bağlamları ve araç olarak Dynamo-TestFit kullanımı	97
5.1.5. Alternatiflerin oluşumu, yorumlanması ve sonuç ürün	109
5.2. Kurallı, Entegre ve Senkron Paydaş Yönetimi	112
5.2.1. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı (Bep)	126
5.2.2. Proje yönetimi ve MS Project.....	141

Sayfa

5.2.3. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası iş birliği ve revit kapsamı (Bim-Revit collaboration)	158
5.2.4. Autodesk BIM 360	177
5.2.5. Naviswork.....	180
5.3. Bölüm Sonucu ve Değerlendirme.....	185
6. SONUÇ	187
KAYNAKLAR	193
ÖZGEÇMİŞ	205



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. TestFit kullanımı (Testfit)	70
Çizelge 5.1. Veriler.....	86



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Yapı bilgi yönetim modeli ve aşamaları.....	7
Şekil 1.2. Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetim modeli araç ve girdi kurgusu	9
Şekil 1.3. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi araç ve girdi kurgusu	11
Şekil 1.4. Bütüncül süreç tarifleme algoritması	13
Şekil 1.5. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi	14
Şekil 1.6. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi araç ve girdi kullanımı.....	15
Şekil 1.7. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi ilişkilerinin kurgusu.....	16
Şekil 2.1. Yapı bilgi yönetimi model kapsamında dokümantasyon oluşumu	20
Şekil 2.2. Yapı bilgi yönetimi kullanım alanları (thebimhub).....	21
Şekil 2.3. Yapı bilgi yönetimi boyutları	22
Şekil 2.4. Yapı bilgi yönetiminin gereklilik ve çıktılarının şematize edilmesi.....	23
Şekil 2.5. Yapı bilgi yönetiminin kenetlenmiş alanlarının şematize edilmesi.....	24
Şekil 2.6. Yapı bilgi yönetimi üç temel adımı kapsamında haritalanması.....	25
Şekil 2.7. Yapı bilgi yönetimi olgunluk seviyeleri	26
Şekil 2.8. Yapı bilgi yönetimi olgunluk seviyelerine göre proje yaşam döngüsü aşamaları.....	27
Şekil 2.9. Yapı bilgi yönetiminde kullanılan yazılımlar ve bunların gruplandırılmasına yönelik örneklem.....	28
Şekil 2.10. Meslekler arası tipik organizasyon bağı	29
Şekil 2.11. Yapı bilgi yönetimi birimleri tanımlanması ve organizasyonu	30
Şekil 2.12. Yapı bilgi yönetiminde disiplinler arası yönetim ağı.....	30
Şekil 2.13. Disiplinler arası iletişimin kurgusu- düzenli ve düzensiz iletişim	31
Şekil 2.14. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı organizasyon şema örneği	32
Şekil 2.15. Yapı bilgi yönetim sürecinin tariflenmesi.....	33
Şekil 2.16. Disiplinler arası modelleme ve veri paylaşımı	33

Şekil	Sayfa
Şekil 2.17. Geleneksel yönetim ve yapı bilgi yönetiminde meslekler arası organizasyonun tanımlanması	34
Şekil 2.18. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı proje iş birliği planı	35
Şekil 3.1. Tasarım süreci.....	38
Şekil 3.2. Tasarımı düşünme (How design thinking)	38
Şekil 3.3. Mimari tasarım adımları (Sheilapontis).....	39
Şekil 3.4. Mimari tasarım adımlarının bilimsel olarak açıklanması	40
Şekil 3.5. Bilgi toplama, analiz, sentez, değerlendirme aşamaları	41
Şekil 3.6. Asimov'un tasarım sürecine dair ikonik modeli	42
Şekil 3.7. Archer'ın ürün tasarımına yönelik modeli.....	44
Şekil 3.8. Tasarım süreçlerinde mimarlara aracılık eden zihinsel ve fiziksel araçlar ...	45
Şekil 4.1. Algoritmik akış diyagramlarında kullanılabilecek şekiller.....	49
Şekil 4.2. Basit bir algoritma işleyişi	50
Şekil 4.3. Kurallı yüzeyler	52
Şekil 4.4. British Museum çatı örtüsü.....	53
Şekil 4.5. Parametrik tasarım döngüsü	53
Şekil 4.6. Form ölçeğinde parametrik tasarım örneği, Walt Disney konser salonu	54
Şekil 4.7. İç mekanda parametrik tasarım örneği	55
Şekil 4.8. Kentsel ölçekte parametrik tasarım örneği, Pendik kentsel tasarım projesi...	55
Şekil 4.9. Gölgeleme bileşeninin optimizasyon örneği	55
Şekil 4.10. Olası kombinasyonları hesaplamak için parametrik algoritma	56
Şekil 4.11. Gölgeleme bileşeni konsepti ve bileşen geometrisi parametrik tasarım örneği.....	56
Şekil 4.12. Çeşitli gölgeleme konfigürasyonu.....	56
Şekil 4.13. Parametrik sistem oluşturma diyagramı.....	58
Şekil 4.14. Kısıtlama örneği	59
Şekil 4.15. Parametrik tasarım örneği Swiss-Re binası.....	60

Şekil	Sayfa
Şekil 4.16. Dynamo'nun diğer uygulamalarla olan ilişkisi.....	61
Şekil 4.17. Dynamo ara yüzü	62
Şekil 4.18. Yazılan algoritma ve oluşturulan geometri	63
Şekil 4.19. Kodların düzenlenmesi.....	63
Şekil 4.20. Dynamo paket yöneticisi.....	64
Şekil 4.21. Dynamo programında paketlerin indirilmesi ve kullanılması.....	65
Şekil 4.22. Dynamo paket örnekleri	65
Şekil 4.23. Ses ışınlarının ve yüzeylerinin oluşturulması.....	66
Şekil 4.24. Tasarım alternatiflerinin denenmesi.....	66
Şekil 4.25. Sonuç ürün.....	66
Şekil 4.26. Tasarım alternatiflerine ait sayısal değerlerin ve üç boyutlu modellerin görüntülenmesi	67
Şekil 4.27. Autodesk Dynamo Studio ile oluşturulan stadyum algoritması ve ön izlemesi.....	67
Şekil 4.28. Karma kullanımlı yapı örneği algoritması ve ön izlemesi	68
Şekil 4.29. Algoritmaya ait girdi ve çıktı parametreleri.....	68
Şekil 4.30. Alternatiflerin oluşturulması	68
Şekil 5.1. Algortimik tasarım veri girişi ve çıktıları.....	79
Şekil 5.2. Parametrik model	80
Şekil 5.3. Bütünsel algoritma yaklaşımı	81
Şekil 5.4. Çalışma kurgu algoritması.....	82
Şekil 5.5. Geleneksel erken tasarım evresi	83
Şekil 5.6. Tasarlama süreci ve performansı değerlendirme sürecinin geleneksel ilişkisi	84
Şekil 5.7. Veri, verinin sınıflandırılması ve veri havuzu algoritması	85
Şekil 5.8. Hiyerarşik sınıflandırma	87
Şekil 5.9. Mekanlar ve yaklaşık alan tablosu.....	88

Şekil	Sayfa
Şekil 5.10. Yapı bilgi yönetimi model algoritmasında parametrik modül	89
Şekil 5.11. Otel zemin kat örgütlenmesi paketleme çalışması.....	90
Şekil 5.12. İlişkiler şeması	91
Şekil 5.13. Bağıntılar	91
Şekil 5.14. Mekansal bağıntılar ve yerleşim verisi	92
Şekil 5.15. Lobi paketi bağıntıları.....	93
Şekil 5.16. Toplantı paketi bağıntıları.....	94
Şekil 5.17. Oda paketi bağıntıları	95
Şekil 5.18. Restoran paketi bağıntıları.....	96
Şekil 5.19. Bütünsel bağıntıları.....	96
Şekil 5.20. Algoritmik modüllerin akış şeması.....	98
Şekil 5.21. Bağıntıların organizasyonu ve biçimleniş	99
Şekil 5.22. Bağıntılar şeması	100
Şekil 5.23. Tasarım alanı sınırlandırma	101
Şekil 5.24. Yerleşim çözümleme örneği.....	101
Şekil 5.25. Boyut analizleri.....	102
Şekil 5.26. Hareket edebilme izinleri.....	102
Şekil 5.27. Katlar arası bağıntı diagramı	103
Şekil 5.28. Geometrik verinin yapı bilgi modelinde temsili şeması.....	103
Şekil 5.29. Dynamo aracı alternatif üretim örnekleme	104
Şekil 5.30. Yapı bilgi yönetimine dynamo yazılımının eklenmesi	105
Şekil 5.31. Dynamo algoritmik kod kurgusu, parça algoritma	106
Şekil 5.32. Dynamo algoritmik kod kurgusu, bütünsel algoritma	107
Şekil 5.33. Testfit aracı alternatif süreci (Testfit)	108
Şekil 5.34. TestFit aracı kullanım süreci ve revit aracı ile entegrasyonu (Testfit)	109
Şekil 5.35. Mekan paket alternatiflerinin dynamo aracında oluşturulması	110

Şekil	Sayfa
Şekil 5.36. Mekan paketlerinin Dynamo’da yükseklikleri ile ifade edilerek 3d model haline gelmesi.....	110
Şekil 5.37. Oluşturulan paketler arası ilişkisel konumlanma verisinin algoritmik yorumu	111
Şekil 5.38. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü	112
Şekil 5.39. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü- Dynamo verisinin plana veri sağlaması	112
Şekil 5.40. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi model algoritması	115
Şekil 5.41. Yapı bilgi yönetimi bilgi yönetimi akış şeması	116
Şekil 5.42. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası hiyerarşik organizasyon şeması	118
Şekil 5.43. Ortak veri ortamının kurgulanmasının şematize edilmesi	119
Şekil 5.44. Yapı bilgi yönetimi iş akış koordinasyonunun algoritmik şeması.....	120
Şekil 5.45. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası süreç modeli.....	121
Şekil 5.46. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası proje yönetim kurgusu	122
Şekil 5.47. Yapı bilgi yönetimi bilgi aktarım biçimleri şeması	122
Şekil 5.48. Yapı bilgi yönetimi bilginin server tabanlı yönetimi.....	123
Şekil 5.49. Yapı bilgi yönetimi entegrasyonu organizasyon algoritması	124
Şekil 5.50. Uygulama planı akış şeması (breakwithanarchitect)	127
Şekil 5.51. Yapı bilgi yönetimi uygulama plan prosedürü (Psu).....	128
Şekil 5.52. Proje bilgilerinin tanımlanması.....	129
Şekil 5.53. Proje takvimi, zaman yönetimi	130
Şekil 5.54. Paydaş sorumluluklarının belirlenmesi	131
Şekil 5.55. Paydaş bilgi yönetimi	132
Şekil 5.56. Proje amaçları	133
Şekil 5.57. Hedef görev eşleştirmeleri.....	134
Şekil 5.58. Detay seviyelerinin belirlenmesi	135
Şekil 5.59. İletişim yöntemleri.....	135

Şekil	Sayfa
Şekil 5.60. Belge dağıtım şeması.....	136
Şekil 5.61. Belge formatlarının yönetilmesi	136
Şekil 5.62. Teknoloji altyapı ihtiyaçları belgesi	137
Şekil 5.63. yazılım kullanımı yönetimi.....	137
Şekil 5.64. Proje standartlarının belirlenmesi	138
Şekil 5.65. Proje standartlarının belirlenmesi	138
Şekil 5.66. Disiplinlerin belge yönetimi	139
Şekil 5.67. Bölümlerin kategorize edilmesi	139
Şekil 5.68. Risk yönetimi.....	140
Şekil 5.69. Çakışma kontrolleri	141
Şekil 5.70. Proje başlatma bağlamı	142
Şekil 5.71. Proje yönetimi bilgi alanları	144
Şekil 5.72. Ana bileşenler	145
Şekil 5.73. Süreç grupları ve bilgi alanı eşleşmeleri	146
Şekil 5.74. Zaman çizelgeleme	147
Şekil 5.75. Öncelik şeması metodu	148
Şekil 5.76. Proje zaman çizelgesi ağ şeması	148
Şekil 5.77. Kritik yol metodu.....	149
Şekil 5.78. Kritik yol örneği	149
Şekil 5.79. Zaman çizelgesi sıkıştırma	150
Şekil 5.80. Birden fazla projenin bir arada yönetilmesi.....	150
Şekil 5.81. Proje zaman çizelgesi	151
Şekil 5.82. Geleneksel ve sıralı model yönetimi farklılıkları üzerinden disiplinlerin yönetilmesi	152
Şekil 5.83. Gannt şeması örneği	153
Şekil 5.84. Organizasyon şemasının kurgulanması	153
Şekil 5.85. Zamansal yönetim örneği	155

Şekil	Sayfa
Şekil 5.86. Disiplinler arası organizasyon kullanım modeli	156
Şekil 5.87. İş kırılım yapısı	157
Şekil 5.88. İş kırılım yapısı işlem matrisi	157
Şekil 5.89. Tasarım aşaması disiplinler arası kaynak yönetimi	158
Şekil 5.90. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü, örneklem modeli.....	160
Şekil 5.91. Duvar elemanı üzerinden sınırlandırmalar kapsamında tiplerin oluşturulması	161
Şekil 5.92. Duvar elemanının tanımlanması ve kategorize edilmesi	162
Şekil 5.93. Duvar elemanı üzerinden kısıtlama gösterimi, farklı elemanları proje dışında bırakma	162
Şekil 5.94. Kütüphane elemanı üzerinden (family) kısıtlama gösterimi, kütüphane dışı elemanları proje dışında bırakma	163
Şekil 5.95. Kütüphane elemanı üzerinden kısıtlama gösterimi (kapı-pencere vb. elemanlar), kütüphane dışı elemanları proje dışında bırakma.....	163
Şekil 5.96. Link oluşturma, disiplinler arası proje paylaşımı için projenin linklenmesi	164
Şekil 5.97. Linklenen projenin kopyalanması.....	165
Şekil 5.98. İzleme komutu ve izlenecek verinin kopyalanarak seçimi	166
Şekil 5.99. İzleme komutu ile dinamik izlenen elemanların işaretlenmesi.....	166
Şekil 5.100. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (duvar elemanı) silinmesi	167
Şekil 5.101. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (eleman bazında- kapı elemanı) silinmesi.....	167
Şekil 5.102. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (duvar kalınlık ve cinsi) değiştirilmesi	168
Şekil 5.103. Uyarılar geçmişi.....	168
Şekil 5.104. Verinin izlenmesi (monitor uygulaması) (LWR)	169
Şekil 5.105. İzlenen kotların değiştirilme koordinasyon uyarısı (LWR).....	169
Şekil 5.106. İzlenen kotların değiştirilmesi eleman bazlı gösterimi (LWR)	170
Şekil 5.107. Proje koordinasyonu ve eylemlerin eleman bazında tespiti	170

Şekil	Sayfa
Şekil 5.108. Proje koordinasyonu ve eylemler	171
Şekil 5.109. Proje koordinasyonu ve sorumlular	171
Şekil 5.110. Linklerin yönetilmesi.....	172
Şekil 5.111. Disiplin, eleman ve proje bazlı çakışma kontrolü (LWR).....	173
Şekil 5.112. Farklı disiplin ve grup elemanları arası çakışmalar (LWR)	173
Şekil 5.113. Global parametrelere tanımlamaları (Genişlik)	174
Şekil 5.114. Birden fazla global parametre tanımlanması	174
Şekil 5.115. Farklı disiplin modellerinin bir arada yönetilmesi	175
Şekil 5.116. Disiplinlerin şablon bazlı proje görünüm yönetimi (LWR)	175
Şekil 5.117. Farklı disiplinlere göre değiştirilen görünümsel şemalar	176
Şekil 5.118. Linkli dosyaların farklı disiplinler için yönetilmesi (LWR).....	176
Şekil 5.119. Belge yönetimi (Autodesk Building Solutions).....	178
Şekil 5.120. Paydaşların tanımlanması (Autodesk Building Solutions).....	178
Şekil 5.121. Disiplin belgelerinin eklenmesi (Autodesk Building Solutions).....	179
Şekil 5.122. Dizayn iş birliği (Autodesk Building Solutions)	179
Şekil 5.123. Paydaş izinleri (Autodesk Building Solutions)	179
Şekil 5.124. Paydaş kısıtlamaları (Autodesk Building Solutions).....	180
Şekil 5.125. Farklı disiplinlerin yapı bilgi yönetimi modeli üzerinde çalışması	181
Şekil 5.126. Eleman bağlamında çakışma	182
Şekil 5.127. Yapı bilgi yönetimi eleman parametreleri	182
Şekil 5.128. Disiplinler arası çakışma kontrolleri şeması.....	183
Şekil 5.129. Tolere edilmesi uygun olmayan çakışma örneği	183
Şekil 5.130. Yapı bilgi yönetimi model çakışması	184
Şekil 5.131. Yapı bilgi yönetimi modeli üzerinde disiplinler arası çakışmanın raporlanması ve etiketlenmesi	185
Şekil 6.1. Yapı bilgi yönetimi süreçleri	187
Şekil 6.2. Merkezi yapı bilgi yönetim modeli	188

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklamalar

m²

Metrekare

Kısaltmalar

Açıklamalar

YBY

Yapı bilgi yönetimi

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler her alanı etkilediği gibi mimarlığı da etkilemiştir. Temelinin, bilgisayar ile tasarım yapma fikrinin ortaya çıktığı 1960'lı yıllara dayanmakla birlikte bu oluşum 1970'lerde belirginleşip, 1990'lı yıllara kadar sınırlı olarak kullanılmıştır. Daha sonraki süreçte eklenen araçlar ile dünya çapında kullanımı artmıştır (Volk, vd., 2014). Bu araçlardan günümüzde en yaygın olarak kullanılan ve en hızlı gelişen araç ise yapı bilgi modeli veya yapı bilgi yönetimi olarak adlandırılan sistemdir.

21. yüzyılda yenilikçi yaklaşımların kökenine bilgisayar teknolojileri öncülük etmektedir. 2000'li yılların başlarında ortaya çıkan yapı bilgi modelleme veya yapı bilgi yönetimi kavramı ise mimarlık ve inşaat sektöründe devrim niteliğinde kurgulanan bir sistemi ortaya çıkarmıştır (Tekin, 2017).

Teknolojik gelişmeler ile paralel olarak tasarım sürecinde, geleneksel tasarım yöntemlerinin ve araçlarının kullanımında görülen eksiklikler günümüzde bu kavramın ön plana çıkmasında oldukça etkili olmuştur. Bu kapsamda oluşturulan bir merkezi modelle değiştirilebilir objeler ve diğer objeler ile ilişkisinin kurgulandığı sanal ortam yapının yaşam döngüsü süresince bir parçası olarak davranmış ve geleneksel tasarım sürecinden ayrılmıştır (Briscoe, 2015).

Günümüzde birçok kişi tarafından “BIM” olarak adlandırılan bu kavram “Building Information Modelling” tanımının bir kısaltmasıdır. Yapının yaşam döngüsü süresince veri alındığı bir modelin tariflenmesi için kullanılan bu tanım sadece bir modeli tariflememekle birlikte tasarlamak, yönetmek, üretmek, disiplinler arası iletişimi sağlamak gibi farklı süreçleri de kapsamaktadır (Ibc, 2010).

Yapı bilgi modelleme ve kısaltması olan “BIM” kavramının “Yapı Bilgi Modelleme ve Yönetimi” olarak ele alındığı da görülmüştür (Barnes ve Davies, 2014). Bu sürecin tariflenmesinde sadece bir modelin kurgulanmasının dışında ek olarak bir yönetimin kurgulandığı bir sistem olarak da alınması gerekmektedir (Sinclair, 2012)

Bu çalışma kapsamında, birçok farklı sürecin bir arada kurgulandığı ve de yönetildiği bu kavram bir model olarak değil bir yönetim olarak ele alınarak “Yapı Bilgi Yönetimi” olarak

değerlendirilmiştir. Yaygın kullanılan “yapı bilgi modelleme” tanımının “yapı bilgi yönetimi” olarak tanımlanması bu süreci farklı bir yöne evirmiş ve tasarımdaki yerini netleştirmiştir.

Yapı bilgi yönetiminin en önemli özelliklerinden biri eklemlenebilir girdi ve araçlar ile geliştirilebilir olmasıdır. Bu çalışma kapsamında ise birçok araç ve girdi algoritmik tasarım bakış açısı ile bu sürece dahil edilmiştir. Bu yaklaşım ile erken tasarım evresinden başlayarak tasarımın uygulama evresi sonlanana kadarki süreçte bir entegre yönetim modeli sunmak hedeflenmiştir.

Algoritmalar, bilgisayar biliminde ve matematikte bir işin yapılması için tanımlanan, başlangıç durumundan başlayan açık bir şekilde belirlenmiş ve son durumunda biten sonlu işlemler kümesi olarak belirtilir. Bilgisayarlar tarafından algoritmalar işletilebilirler. Algoritmaların belirli sistemikleri ve iyi bir kurguyla oluşturulmuş örüntüleri bulunması gerekmektedir (Terzidis, 2006).

Algoritmik düşünce; karmaşık bir problemin küçük parçalara ayrılarak ve bu parçaların yaptığı basit işlemlerin meydana çıkarılması ile bütünün içindeki yerinin belirlenmesi için kullanılır. Bütünün tamamını formüle etmekten önce parçaların yaptığı daha basit olan işlemlerin çözümlenmesi yoluna gidilmektedir. Parçaların basit davranışları ve tanımları algoritmik düşünce için önem arz etmektedir. Bu düşüncenin temelini oluşturan ana fikir, kendini tekrar edebilmesi, bilgi organizasyonu, parametrikleştirme ve fonksiyonel ayrıştırma gibi kavramları içerir. Algoritmik düşüncenin her tipinde ileri düzeyde matematik kullanılması gerekliliği bulunmamaktadır (Harel, 1992). Fark etmeden günlük yaşantının her alanında kullanılan bu düşünce şeklinin en önemli karakteristik özelliği kurallarının net ve açık olmasının gerekliliğidir.

Yapı bilgi yönetimi kavramı; üretmek, iletişim kurmak ve analizler yapmak için bir modelleme teknolojisi olarak tanımlanmıştır (Eastman, vd., 2008). Bu modeller; programlanabilir ve parametrik kuralları olan yapı bileşenleri, analiz, miktar vb. veriler içeren bileşenler ve koordine edilmiş veriler (modelin entegre görünümü- yapılan değişikliklerin diğer görüntülerde eşzamanlı güncellenmesi) temellerinde kurgulanmıştır.

Yapı bilgi yönetimi hakkında yapılan literatür çalışması kapsamında yapılan çalışmalardaki tanımlamalar şu şekildedir; Yapı bilgi yönetimi, bilgi teknolojilerinin kullanılması, araç ve yazılımların iş birliği ile yapıların tasarım, inşa ve yönetimini modelleyen birlikte çalışmayı kurgulayan bir sistemdir (Hm Government, 2012). Barlish ve Sullivan (2012) ise yapı bilgi yönetimini projelerin; tasarlanması, inşası, işletilmesi, için oluşturulan sayısal model kullanımı süreci olarak tanımlamıştır. Bazanac (2006) proje yaşam döngüsünün tariflenmesi, gösterilmesi için kurgulanan model olarak yorumlamıştır. Yapı bilgi yönetimi, yapının geometrik olan ve olmayan tüm özelliklerinin simüle edilmesi için kullanılan bir sistemdir ve bilgi alışverişinin sağlandığı bir depo bağlamındadır (National Building Information Modeling Standard, 2007). Tasarım, inşa ve yapım aşamalarının simulasyonu için oluşturulan arayüzlerdir. Model kapsamında verileri depolayan, parametrik, yönetim kapsamında bilgi sağlayan ve paydaşların yönetilebildiği dijital sunumdur (America, 2010). Ortak bir merkezi model üzerinde disiplinlerin düşünce ve çalışma standartlarının oluşturulması, geleneksel tasarım sürecine kıyasla verimli bir iş birliği ortamının kurgulandığı süreçtir (Azhar vd, 2012). Geleneksel tasarımdaki birbirinden bağımsız çizimlerin birleştirilmesinden farklı olarak bir model kapsamında ele alınması ve istenilen verinin çekilebildiği bir model kurgusudur (Innovation, 2007). Sanal bir yapı ortamının tariflendiği sayısal platformdur (GSA, 2007). Sayısal olarak inşa edilmiş bir üç boyutlu modelin risk-değer kapsamında optimize eden bir süreçtir (Zuppa, vd., 2009). Karar alma ve yapım süreçlerinde kullanılabilen analiz, çizim ve verinin kullanılabilindiği obje tabanlı bir sayısal modeldir (America, 2005). Geleneksel proje yönetimi ile kıyaslandığında süratli, etkin aktarım yapabilen, bir parçası veya tümü yönetilebilen-çıkarılabilen sonsuz bir sayısal bilgi dağarcığının tanımıdır (Porwal, Hewage, 2013). Hardin (2011) ise yapı bilgi yönetimi, proje yaşam döngüsü süresince bir projenin, proje paydaşlarını iş birliği kapsamında bir araya getiren ve bu çerçevede unsurların dijital tanımlamalarını oluşturan bilgi oluşturma ve yönetme süreci olarak tanımlamıştır.

Yapı bilgi yönetimi yaklaşımı proje uygulama, veri paylaşımı, paydaş iş birliği, muhtemel risklerin azaltılmasına (Kocakaya, 2022) yönelik birçok sürecin kurgulanmasına katkı sağlarken aşağıda belirtilen konular hakkında gelişime, değişime ve de eklemlmeye açıktır.

- Tasarım süreçlerinin kurgulanmasında entegre bir sürecin tariflenmesi ve kurgulanması,
- Erken tasarım evresi karar alma sürecinin tariflenmesi ve lineer, birbirini takip eden-sıralı görevler kurgusundan koparılması,

- Erken tasarım evresi tasarım sürecinin geleneksel tasarım süreçlerine benzerlik göstermesi ve evrilme süreci,
- Tasarımcılara erken tasarım sürecinde sunulan problem çözüm alternatiflerinin algoritmik çerçevede kurallar konarak tasarımcının deneyemeyeceği kadar imkanın sunulması, revizelerde başa dönen süreçlerin evrilmesi ve elde edilen bu bilginin bir sonraki süreçlere entegre edilmesi,
- Erken tasarım evresi ve uygulama tasarım evrelerinin veri bağlamında bağtılanması
- Disiplinler arası yönetim kurgusunun erken tasarım ve de uygulama evrelerinde bütünleşik kurgulanması,
- Disiplinler arası yönetim süreçlerinin; veri yönetimi, kaynak yönetimi, işbirliği yönetimi, disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktalar bağlamında çözümlemeler ve bağımlılıklar, kısıtlamalar, belge paylaşımları kapsamında kurallar-kısıtlar-ulaşabilirlik-yetkilendirme-sorumluluk-veri havuzunda veri yönetme (veri alma, ekleme, değiştirme, görüntüleme)-çakışma ve revizeler kapsamında geri dönüş ve geri besleme süreçleri kapsamlarında yapı bilgi yönetimi uygulama planı çerçevesinin dışında veri girdi ve araçları ile eklememesi,
- Yapı bilgi yönetimine girdi oluşturabilecek bilgi alanlarının bu sürece eklememesi,
- Yapı bilgi yönetimi sürecine eklemelenerek katkı sağlayan araçların birbirleri ile bağıntılanması ve bir süreci tarif etmesi,
- Eklemelenen araçların geleneksel ve özgün kullanım önerileri,
- Bütünleşik olarak süreç yönetiminin; veri ve disiplinler arası yönetim bütünlüğünde kurgulanması ve tariflenmesi,
- Süreç değişkenlerinin tanımlanarak merkezi bir yönetim modeli tariflenmesinin süreç adımlarının kurgulanması.

Bu çalışma kapsamında; algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli, kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi ve bütünsel bir yaklaşım ile yapı bilgi yönetimi merkez modeli başlıkları özelinde bu sorunların çözümü üzerinde durulacaktır.

Çalışmanın amacı, hipotezi ve yöntemi

Bu çalışma kapsamında yapı yaşam döngüsü süresince sınırsız veri sağlayan ve yöneten yapı bilgi yönetimi süreci tasarım evresi boyutu ile sınırlandırılacak ve süreçleri tariflenecek olan modeller bu çerçevede kurgulanacaktır.

Literatürde yapılan araştırmalar doğrultusunda görülen eksiklikler üzerine bu çalışmanın araştırma soruları tanımlanmıştır. Bunlar yapı bilgi yönetimi kapsamında;

- Tasarım evrelerinden olan erken tasarım evresi ve uygulama evresini entegre bir süreç tarifleyecek bir kurgu haline getirebilmek mümkün müdür?
- Erken tasarım evresi algoritmik bir bakış açısı ile lineer-sıralı bir süreçten evrilerek dinamik bir sürece evrilebilir mi? Bu kurgu canlı bir süreci tarifler mi?
- Erken tasarım evresinde oluşturulan veri uygulama evresine aktararak disiplinler arası yönetim kurgusu ile entegre olabilir mi?
- Yapı bilgi yönetimine eklemenecek girdi ve araçlar bu sürecin evrilmesine katkı sunabilir mi? Bu girdi ve araçlar geleneksel kullanımlarına ek olarak özgün yeni kullanımlara evrilebilir mi?
- Disiplinler arası kurallı, entegre ve senkron bir yönetim kurgusu planlana bilinir mi? Bu kapsamda farklı girdi ve araçların rolü nedir?
- Disiplinler arası yönetim; eklemelenen girdi ve araçlarla özgün bir kurguyu tarifleyebilir mi? Bu eklemlemeler kurallı, senkron, entegre, bütüncül, optimum, bağıntılı, sınırlı, değişken, kontrol edilen, geri beslenen, yönetilen terimleri kapsamında özgün bir yaklaşımı tarifler mi?
- Bütünleşik bir yaklaşımla ele alınan modellerin kesişim ve birleşimleri; veri, disiplinler arası yönetim ve farklı girdiler-aracıları birbirine bağlamlayabilir ve entegre edebilir mi?
- Kurgulanan model yapı bilgi yönetimine yeni bir bakış açısı oluşturabilir mi?

Çalışmada belirlenen araştırma soruları doğrultusunda çalışmanın hipotezi “Yapı bilgi yönetimi tasarım süreci kapsamında kurgulanan ve algoritmik bakış açısı ile tariflenen bütünleşik merkezi model ile bu süreçler, veri ve disiplinler arası kurgu bağlamında entegre edilebilir. Eklemelenen araç ve girdilerin geleneksel ve özgün kullanım verisi ile bu süreç evrilebilir. Verinin algoritma ve parametreler ile yorumlanması ve üretilmesi ile erken tasarım evresi canlı ve dinamik bir kurguya dönüştürülebilir. Tasarımın uygulama süreci kapsamında ve disiplinler arası yönetim bağlamında kurallı, entegre ve senkron bir kurgu tariflenebilir. Bu süreçlerin bütüncül bir yaklaşımla ele alınması ile yapı bilgi yönetimine farklı bir bakış açısı kazandırılabilir.” olarak belirlenmiştir.

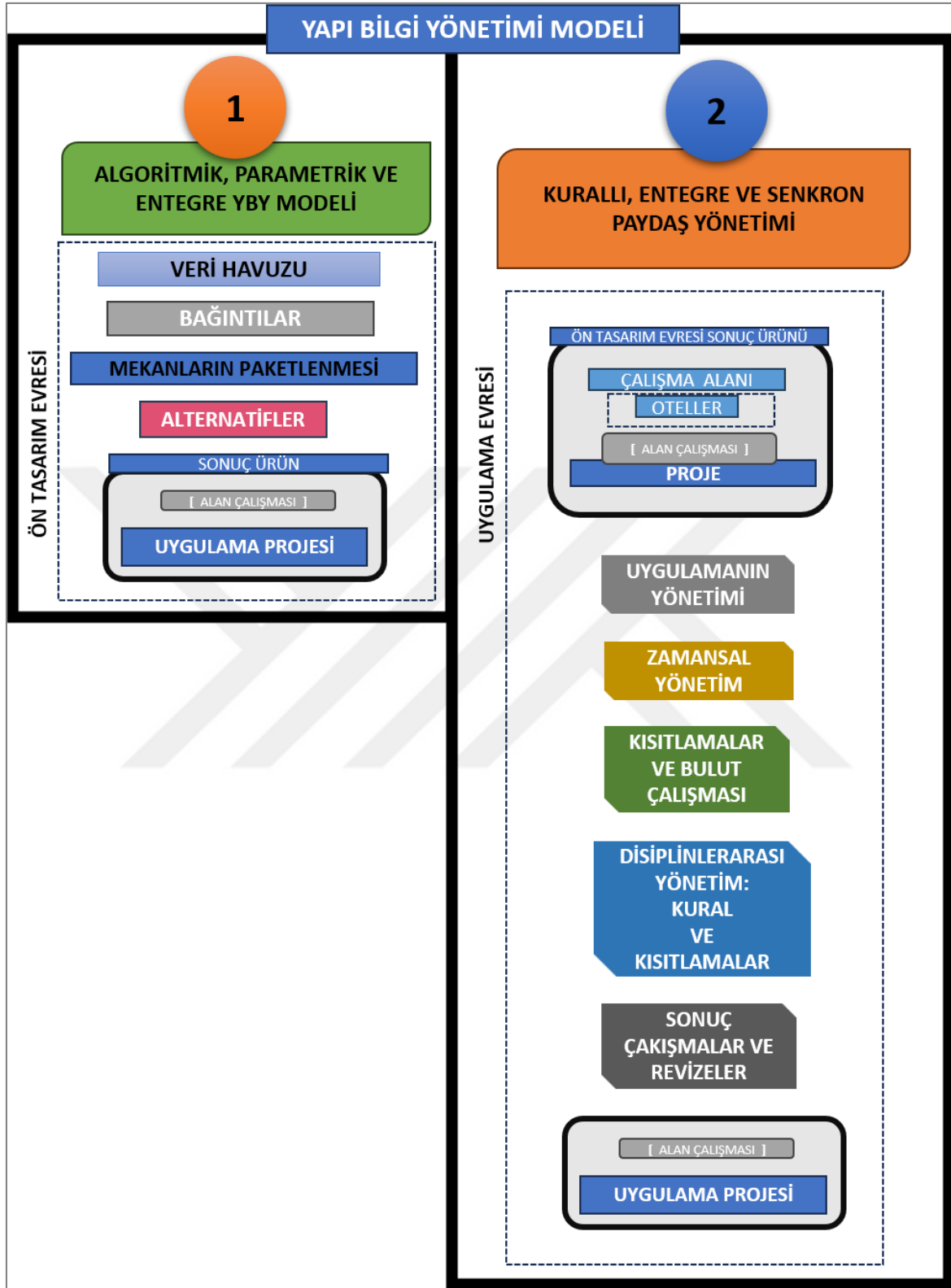
Bu çalışma kapsamında yapı bilgi yönetimi modeli çerçevesinde ele alınmış olup iki farklı model kurgusu ve bunların birleşimi-kesişimi temelinde bütüncül bir merkezi model

kurgulanması amaçlanmıştır. Bu modelin oluşum süreçleri algoritmik bakış açısı ile yorumlanarak tariflenmiştir. Algoritmik tasarım bir probleme çözüm üretmek veya belirlenmiş bir amaca ulaşabilmek için çizilen yolun tariflenmesidir. Bu çözümlerler adımların anlaşılabilir, yorumlanabilir, değiştirilebilir bir veri olarak kullanılabilmenin yolunu açmıştır. Yapı bilgi yönetimi modelinin algoritmik bir bakış açısı ile ele alınarak evrilmesi ve dinamik bir yapıya dönüştürülmesi hedeflenmiştir. Bütünsel bir yaklaşım içerisinde uygulanacak bu bakış açısı ve dönüşümler bu çalışmanın özgün yanını ortaya koymaktadır.

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan bu merkezi modeli farklı girdi ve araçlarla eklemlenerek algoritmik bir süreci tariflediği bu oluşumu yönetme, kurgulama ve revizeler bağlamında değiştirme kurgusu bu çalışmanın yöntemini tariflemektedir.

Yapı bilgi yönetiminin çalışma evreni seçildiği bu çalışma birbirlerine veri sunan iki ana bölümde kurgulanmıştır. Bunlar (şekil 1.1);

- Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli,
- Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimidir.



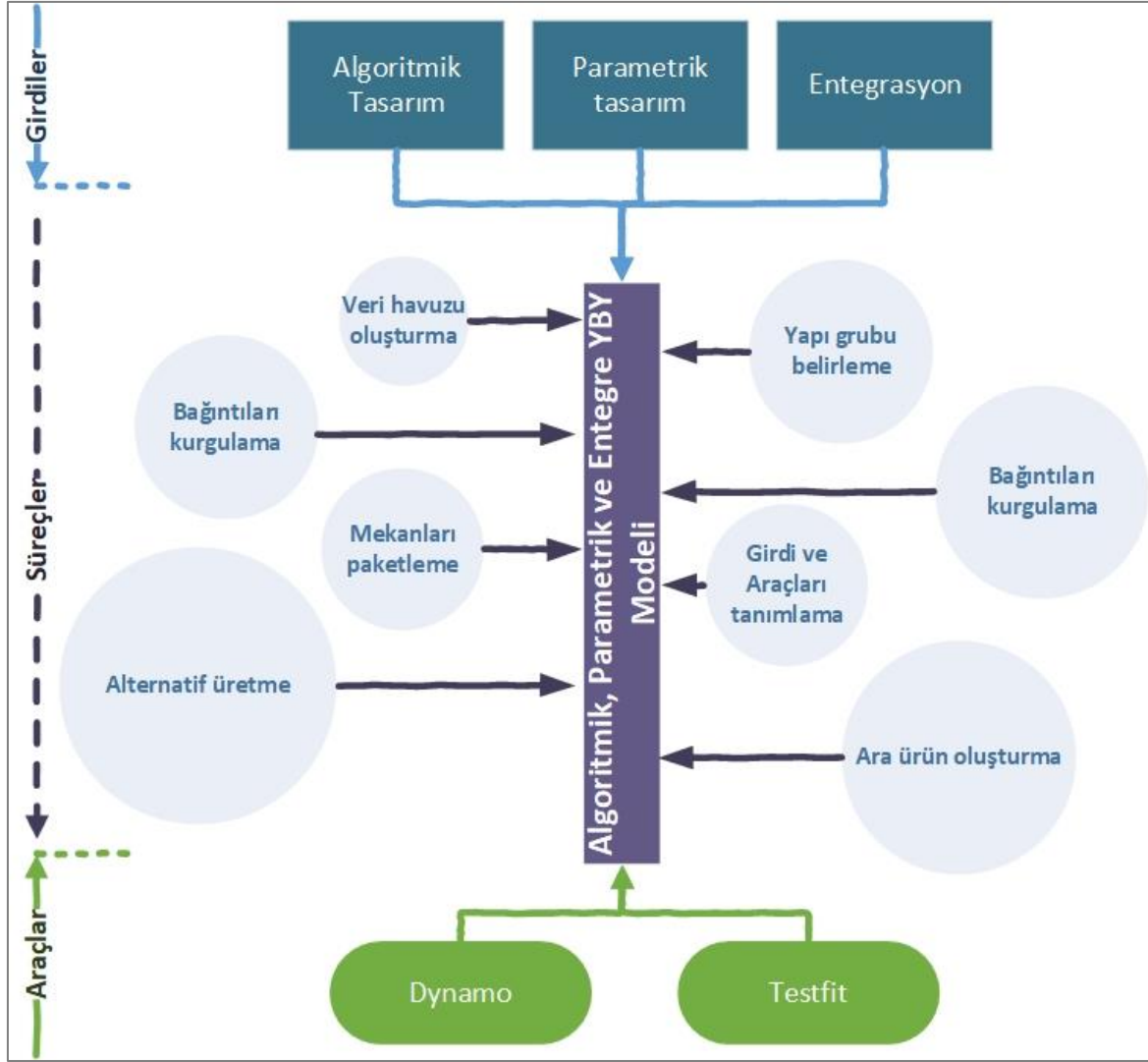
Şekil 1.1. Yapı bilgi yönetim modeli ve aşamaları

Bu iki ana bölümden elde edilen verilerin kesişim ve birleşiminden oluşturulacak merkezi yapı bilgi yönetimi modelinin de çalışmanın sonuç verisini oluşturması hedeflenmektedir.

Yapılan bu çalışma ile;

- Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli (Şekil 1.2) kapsamında;
- Algoritmik tabanda süreci yönetilmesi ve tariflemesi,
- Algoritmik veri yönetimini kurgulaması,
- Algoritmik tabanda kural, kısıtlayıcı ve değişkenler bağlamında alternatif problem çözümleri üretmesi,
- Algoritmik bağıntıların kurgulanması,
- Parametrik değişkenleri kurgulaması,
- Verileri entegre etmesi,
- Alternatif sonuç ürünler üretmesi
- Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi bölümüne taban verisi üretmesi,
- Yapı bilgi yönetimi merkezi modeline veri sağlanması

hedeflenmektedir.



Şekil 1.2. Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetim modeli araç ve girdi kurgusu

Çalışma evreni olarak yapı bilgi yönetimi belirlenirken çalışmanın bu bölümü erken tasarım süreci olarak kısıtlanmıştır. Bu bağlamda çalışmaya örneklem oluşturması kapsamında karmaşık fonksiyonlu yapı grubunda yer alan otel yapı parçası seçilmiştir. Bilgi ve verinin yönetileceği, yorumlanacağı ve yeni verilerin oluşturulacağı bu bölümde; algoritmik tasarım, parametrik tasarım ve entegrasyon bilgi girişi ve Dynamo, TestFit yazılımları ise araç olarak kullanılacaktır. Çalışma kurgusunun algoritmik bir bakış açısı ile yorumlandığı bu bölüm aynı zamanda da uygulama bölümünde algoritma ve parametreleri, problemlere çözüm üretme, yorumlama, sayısal ve geometrik veriyi kullanma-tanımlama-üretme, kod bağlamında tanımlama ve alternatifler üretme süreçlerini barındırmaktadır. Bu bütünsel yaklaşım bu bölümün özgün yanını oluşturmaktadır.

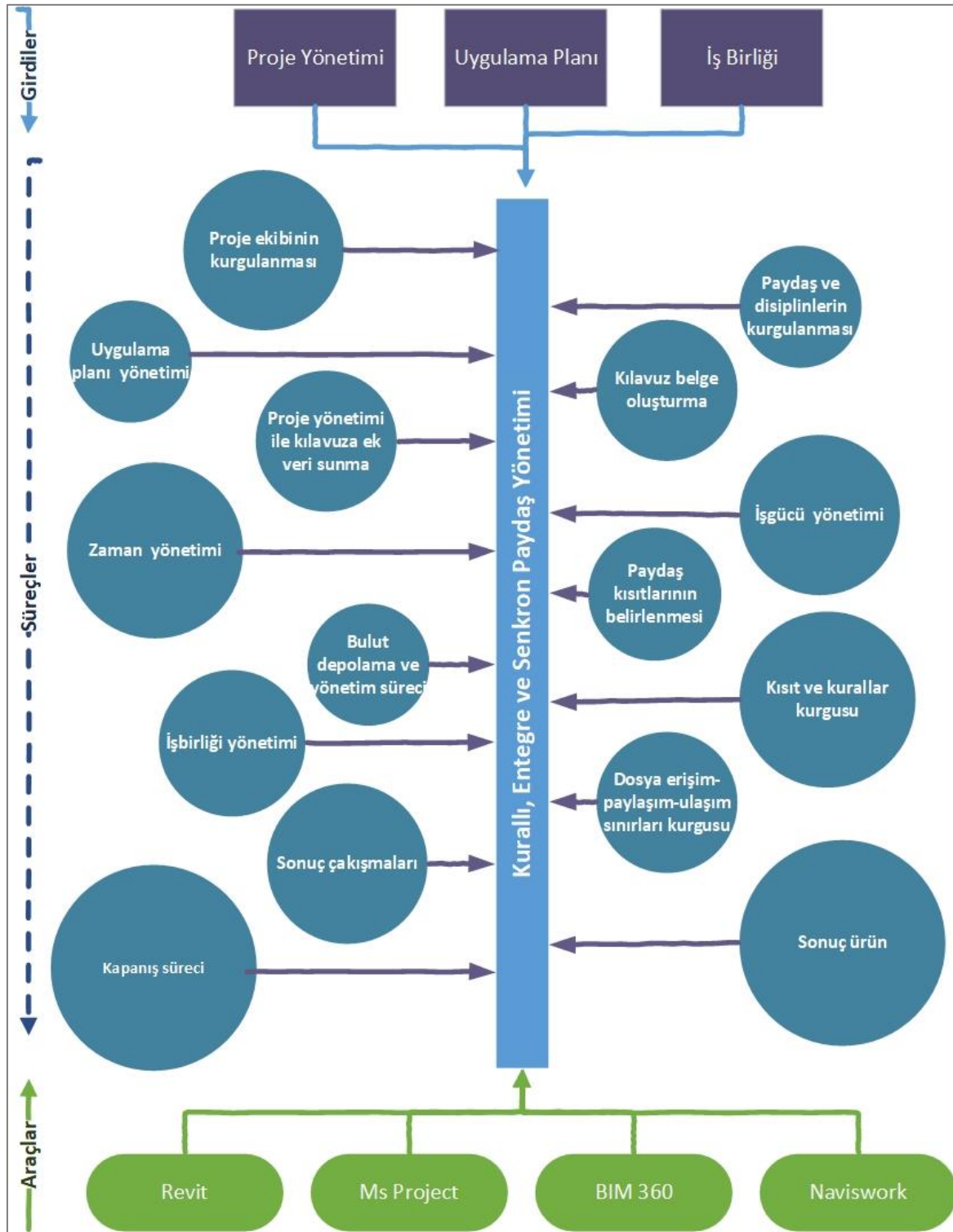
Adımların tarıflendiği bu süreçlere girdi ve araçların eklemelenmesi ile genel süreç kurgusu oluşturulacaktır.

Bu bölüm kapsamında erken tasarım evresinin lineer yapıdan kurtularak, problemlere eşzamanlı çözüm üreten, değışkenler kapsamında sürecin başa dönmediği dinamik bir yapıya evrilmesi ve bu kapsamda üretilen sınırsız alternatifler ile bu sürecin canlı tutulması hedeflenmektedir.

Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi (Şekil 1.3) kapsamında ise;

- Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında üretilen sonuç ürünün altlık-taban olarak kullanılması,
- Paydaş ve disiplinlerin iş birliği kurgusunun oluşturulması,
- Uygulama planı oluşturulması,
- Kaynakların yönetilmesi,
- Kısıtlama, ulaşım ve erişim kurgusunun tanımlanması,
- Bulut depolama ve erişim süreçlerinin yönetilmesi,
- İş birliği yönetiminin kural ve kısıtlama kavramı ile evrilmesi,
- Sonuç ürün çıkışma kontrollerinin yönetilmesi,
- Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeline geri besleme verisi sağlaması,
- Yapı bilgi yönetimi merkezi modeline veri sağlanması,

hedeflenmektedir.



Şekil 1.3. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi araç ve girdi kurgusu

Çalışma evreni olarak yapı bilgi yönetimi belirlenirken çalışmanın bu bölümü uygulama süreci olarak ve paydaş-disiplinlerin yönetilmesi ise disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktalar çerçevesinde kısıtlanmıştır. Bu bağlamda çalışmaya örneklem oluşturması kapsamında algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli bölümünde

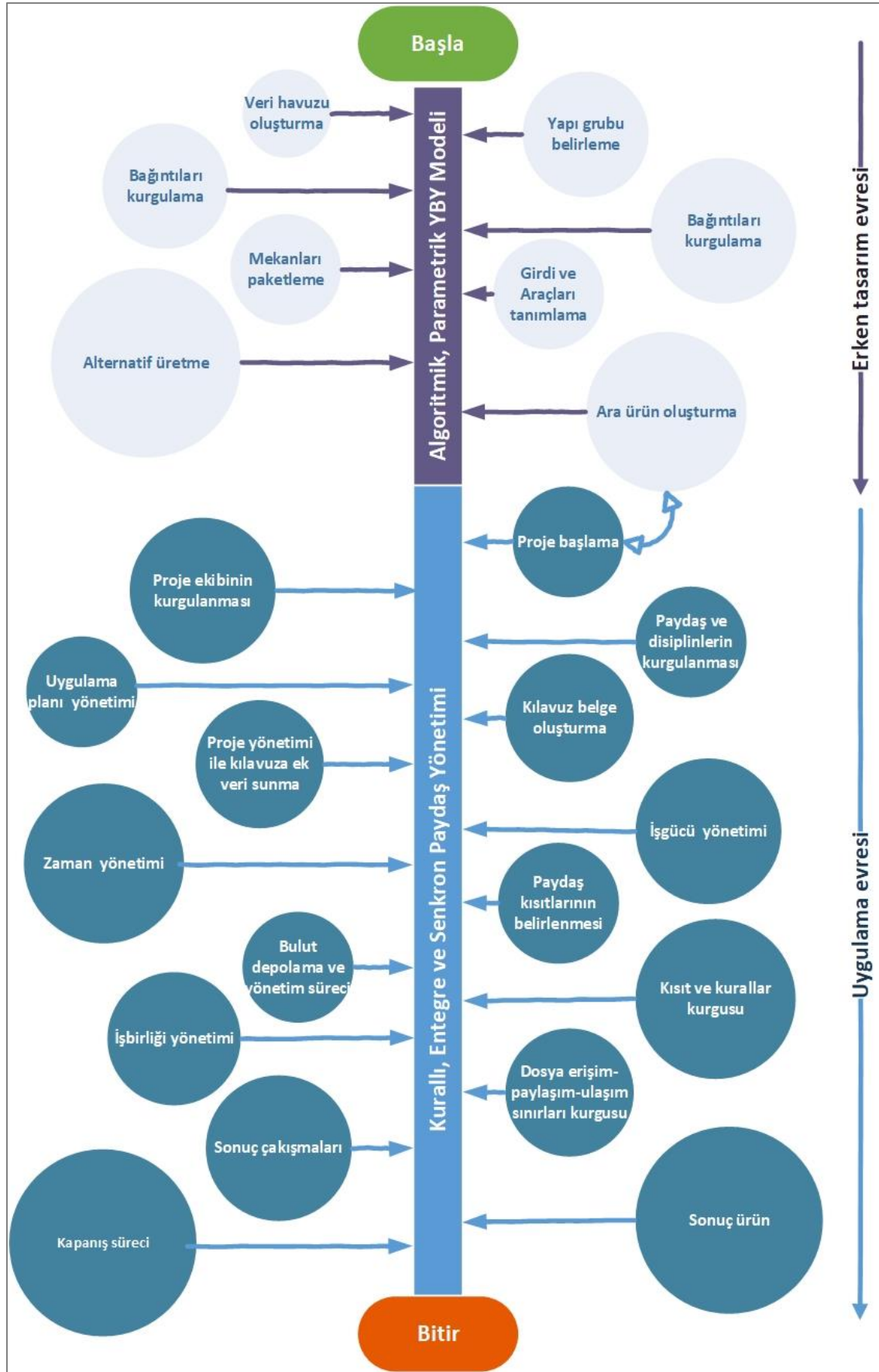
oluşturulan veri seçilmiştir. Disiplinler arası yönetimin kurgulanacağı bu bölümde; proje yönetimi, yapı bilgi yönetimi uygulama planı ve iş birliği (collaboration) bilgi girişi ve Revit, Ms Project, BIM 360 ve Naviswork yazılımları ise araç olarak kullanılacaktır.

Bu bölüm kapsamında disiplinler arası yönetim hem disiplin hem paydaş ölçeğinde ele alınarak bir yönetim sürecinin oluşturulması, geleneksel kullanım süreçlerine eklemler yapılması suretiyle girdi ve araçların tekrar yorumlanması ve bu bağlamda sürecin kurgusunun evrilmesi, disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktaların bağıntılanması hedeflenmektedir. Bütünsel süreç yönetimi ve yapılan eklemler ile oluşturulan kurgu bu bölümün özgün yanını oluşturmaktadır.

Adımların tariflendiği bu süreçlere girdi ve araçların eklemlenmesi ile genel süreç kurgusu oluşturulacaktır.

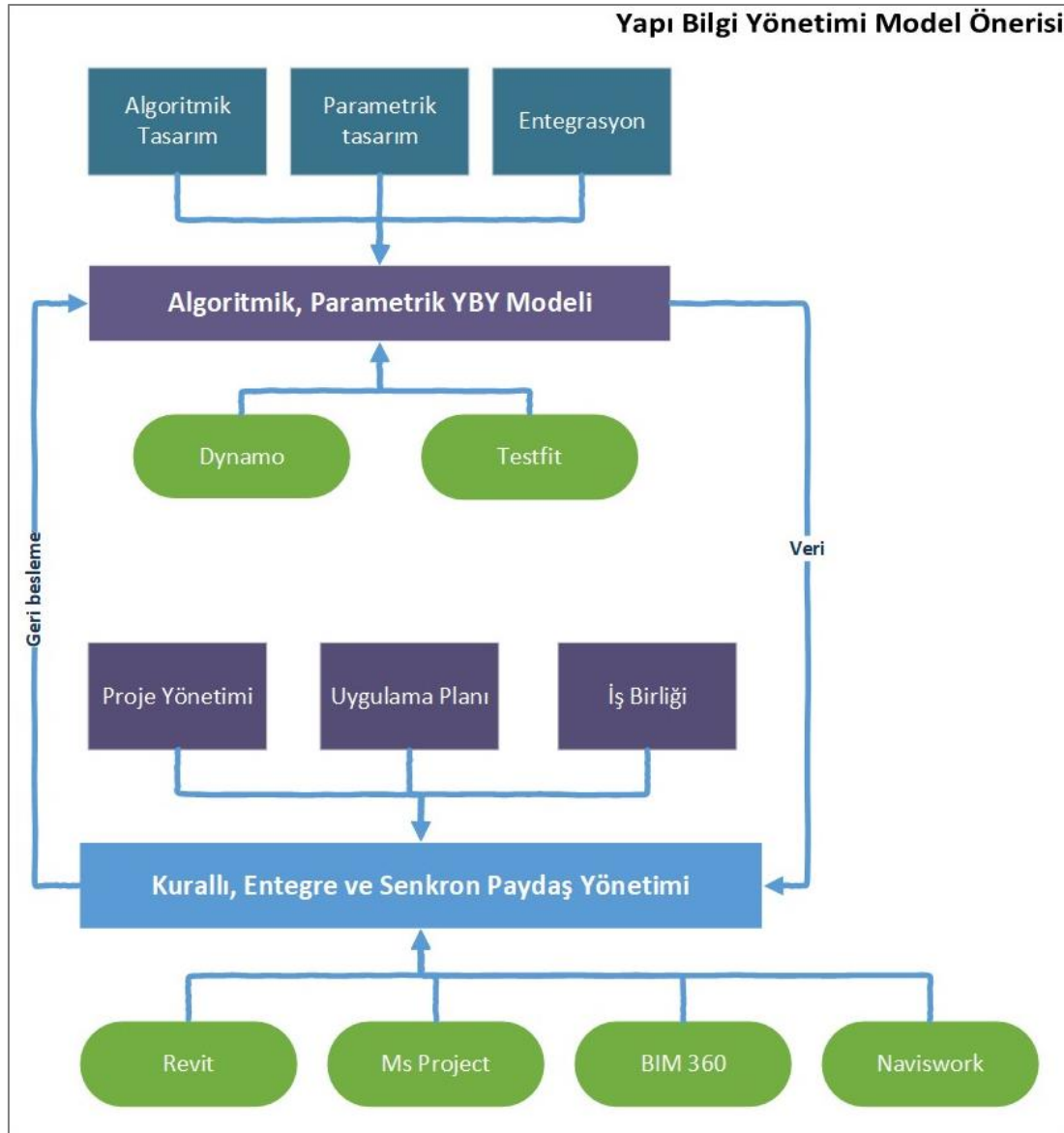
Birbirlerini besleyen, veri alan, geri beslemeler ile dinamik yapıyı tarifleyen ve eş zamanlı çalışması kurgulanan bu iki temel bölümün kurgusu bütünleşik bir model kapsamında ele alınacaktır (şekil 1.4). Bu süreç yönetimi ve kurgusu algoritmik tabanda ele alınacaktır.

Bu bağlamda erken tasarım evresi veri üretimi ve uygulama evresi disiplinler arası paydaş yönetimleri süreçlerinin birbirlerine bağamlanması hedeflenmektedir.



Şekil 1.4. Bütüncül süreç tarifleme algoritması

Bütünsel bir yaklaşım ile kurgulanan yapı bilgi yönetimi merkez modeli iki temel parçanın birbirleri ile bağlandığı bir kurguyu tariflemektedir. Her parça kendi içerisinde farklı araç ve girdiler ile biçimlenirken merkezi modelin oluşumuna da katkı sağlamaktadır. Algoritmik bakış açısı ile ele alınan bu yaklaşımda hem bütünsel hem de parçaların kurgusal süreçleri tariflenmektedir (Şekil 1.5).



Şekil 1.5. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan bu modelin birbirine bağıntılanması veri ve geri beslemeler kapsamında oluşturulması hedeflenmektedir. Bu bağıntılar sadece modellerin birleşmesi sürecini tariflememekte araç ve girdilerinde entegrasyon sürecini

kurgulamaktadır. Bu bağlamda girdi ve araçların kesişimleri kurgulanması son derece önemlidir (Şekil 1.6).

Girdi / Araç	Dynamo	Testfit	Revit	Ms Project	BIM 360	Naviswork
Algortitmik Tasarım	●		●			
Parametrik Tasarım	●	●	●			
Entegrasyon	●		●	●	●	●
Proje Yönetimi			●	●	●	●
Uygulama Planı			●	●	●	●
İş Birliği (Colloboration)			●	●	●	●

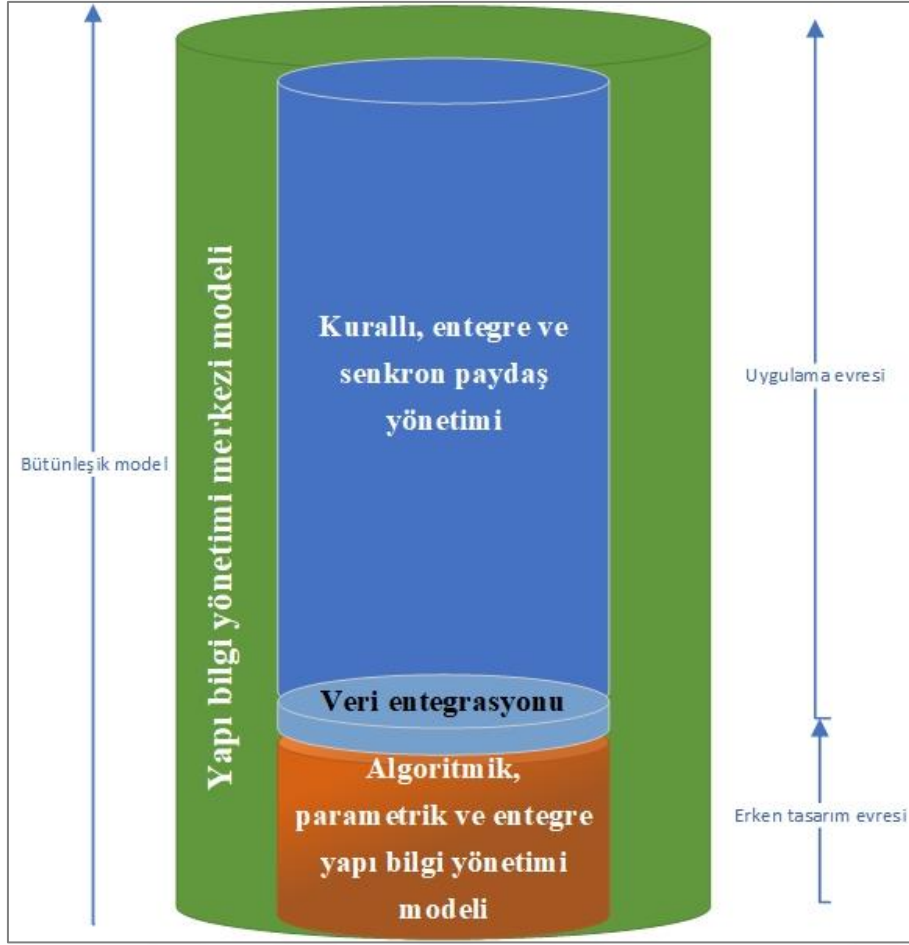
Şekil 1.6. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi araç ve girdi kullanımı

Yapı bilgi yönetimi merkezi modeli önerisinin kurgulanması ile yapı bilgi yönetimi süreçlerinin algoritmik, parametrik, kurallı, entegre veriyi üretmesi ve bu verilerin disiplinler arası yönetim kurgusu bağlamında kullanılma sürecinin kurgulanması, disiplin ve paydaşların kurallı, entegre ve senkron bir biçimde bir arada çalışma süreçlerinin yönetilmesi ve bu kavramların bütüncül bir kurguyu tariflemesi hedeflenmektedir. Algoritmik bir bakış açısı ile kurgulanan bu bütünsel yaklaşım bu çalışmanın da özgün yanını ortaya koymaktadır.

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan bu modelin kurgulanması ve oluşturulması ile;

- Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli,
- Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi,
- Yapı bilgi yönetimi merkezi model, süreçlerini tam anlamı ile tarifleyen sonuç algoritmalarına ulaşılması,

hedeflenmektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7. Yapı bilgi yönetimi bütünleşik model önerisi ilişkilerinin kurgusu

Bu kapsamda yapılan çalışmanın mimari tasarım evrelerinde oluşturulan veriyi entegre bir biçimde kullanan, geri besleme ve veri sağlama kurgularının tanımlanmış, birleşim ve kesişimlerinden oluşturulan merkezi model kapsamında bütünsel bir kurguyu tarifleyen, veriyi yöneterek, yorumlayarak ve üreterek erken tasarım evresini dinamik ve canlı tutan ve de bu bilgiyi altlık-taban olarak kullanan uygulama tasarım evresinde disiplinlerin ve paydaşların kurallı, entegre ve senkron yönetildiği bir yapı bilgi yönetimi modeli kurgulanması hedeflenmektedir. Bu model kurgusuna eklemlenen girdi ve araçların da kendi içlerinde ve model kapsamında entegrasyonu ve de geleneksel kullanımları dışında özgün kullanım yaklaşımları ile bu merkezi modele veri sağlaması amaçlanmaktadır. Bütünleşik ve entegre model kurgusu, eklemlenen araç ve girdilerin kullanım biçimi, algoritmik bakış açısı, kural tabanlı yönetim kurgusu, erken tasarım evresine katkısı, disiplinler arası yönetim kurgusuna bakış açısı ve bu bölümü değiştirmesi-geliştirmesi-eklemlemesi bu çalışmanın özgün yanlarını tariflemektedir.

Yukarıda amacı ve çerçevesi tanımlanan tezin çatkısı şu şekildedir;

Giriş bölümünde, tezin amacı ve hipotezi tanımlanmış, önemi, sınırlılıkları ve kapsamı ve algoritmik kurgusu açıklanmıştır.

İkinci bölümde, yapı bilgi yönetimi tanımlamaları, süreci, temel unsurları, olgunluk seviyelerine göre değişkenlikleri, kullanım alanları, yapı bilgi yönetimi disiplinler arası iş birliği süreci ve yapı bilgi yönetimi uygulama planı ele alınmıştır. Bu bölüm kavramsal çerçevede literatür araştırmasını içermektedir.

Üçüncü bölümde, tasarım ve mimari tasarım süreçlerini tanımlama ve açıklamaya yönelik yaklaşımlar, erken tasarım evresi tanımlamaları ve açıklamaya yönelik yaklaşımlar ele alınmıştır. Bu bölüm kavramsal çerçevede literatür araştırmasını içermektedir.

Dördüncü bölümde, Algoritmik ve parametrik tasarım tanımlamaları ve açıklamaya yönelik yaklaşımlar ele alınmıştır. Bu bölüm kavramsal çerçevede literatür araştırmasını içermektedir.

Beşinci bölümde ise algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında veri üretimi karmaşık fonksiyonlu yapı grubu içerisinde yer alan otel yapısı örnekleminde algoritmik bakış çerçevesinde kural, kısıtlayıcı ve değişkenler bağlamında kurgulanarak erken tasarım evresine alternatif çözümler sunulmuştur. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi modeli ile disiplinlerin ve paydaşların bir arada çalıştığı yapı bilgi yönetimi kurgusu uygulama sürecinde ele alınmış ve algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli sonuç verisi altlık olarak kullanılarak yönetim süreci tariflenmiştir. Merkezi yapı bilgi yönetim modeli kapsamında ise iki modelin birleşimi-kesişimi ve entegrasyonu bağlamında algoritmik ve bütüncül bir yaklaşımla süreç tariflenmiştir.

Tezin sonuç bölümünde ise, algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli, kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi ve yapı bilgi yönetimi merkezi modeli süreçleri tariflenmiş, sonuç ürün algoritmalarının kurgulanması ile bütünleşik yaklaşım içerisinde süreç tarifi yapılmış ve yapı bilgi yönetimi kapsamında özgün, entegre ve kurallı bir süreç yönetimi sunulmuştur.



2. YAPI BİLGİ YÖNETİMİ

Yapı Bilgi Yönetimi için literatürde birçok farklı tanım bulunmaktadır. Bu tanımlar;

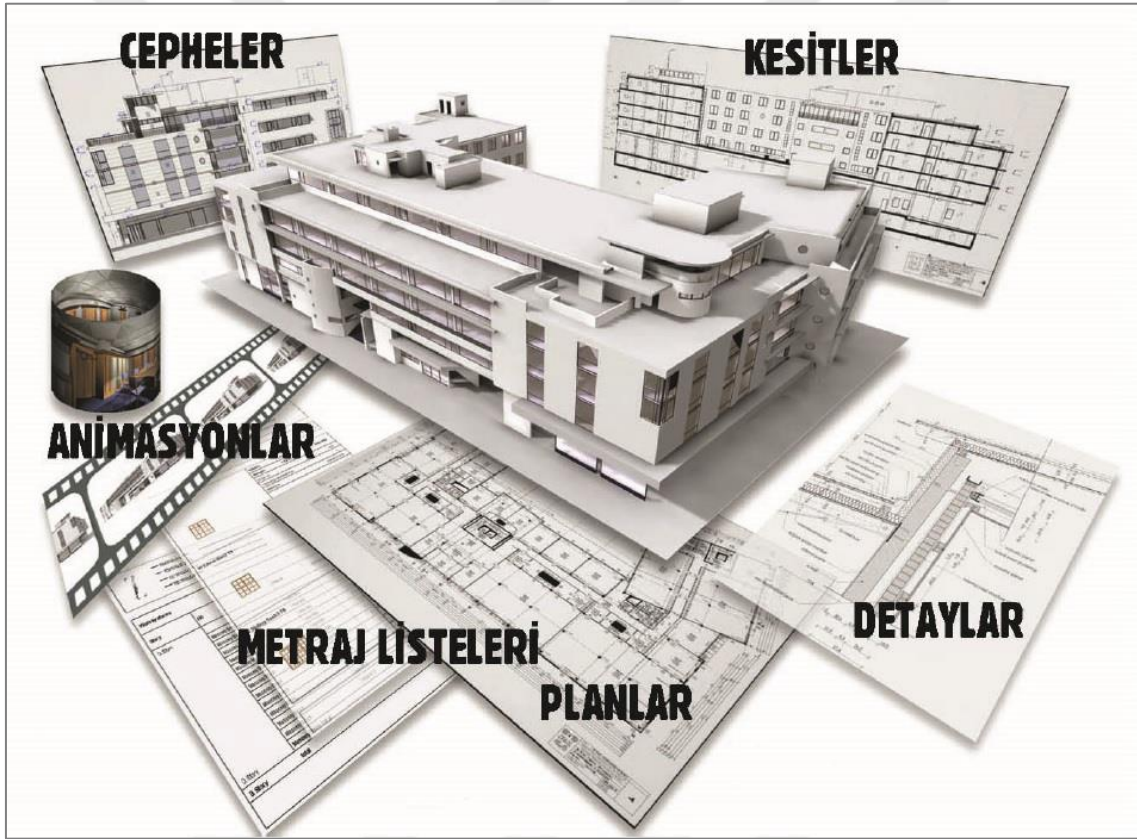
Eastman (1999); bir yapının yaşamı boyunca bütün temel aktivitelerini destekler şekilde elektronik temsiliyi geliştirmek olarak tanımlarken, Succar (2009) ise yapının dijital gösterimi, üç boyutlu nesne yönelimli model ya da yazılım uygulamalarıyla birlikte çalışabilen, bilgi alışverişini kolaylaştıran proje bilgi deposu olarak tanımlar. Bazjanac (2006) ise yapı bilgi yönetimini, mekansal ilişkileri, geometriyi, yapı elemanlarının özelliklerini, malzeme envanterini, coğrafi bilgileri ve proje çizelgelerini karakterize eder olarak tanımlamıştır. Penttila (2007); süreç, ilke ve teknolojik etkileşimlerle projeye dair verilerin sayısal ortamda yapıya ait süreç içerisinde yönetilmesine imkan veren bir yöntemdir, Eastman ve diğerleri (2008) ise bilginin değişimi ve birlikte işbirliğinin kolaylaştırılması için yapı sürecinin tasarım, tesis yönetimi ve inşaat için bir yaklaşımı olarak tanımlamıştır, Strafaci (2008) ise projelerin tasarım süreçlerinden operasyon ve inşaat süreçlerine kadar geçen sürede uygulanan güvenilir ve koordineli bilgi üzerine inşa edilmiş bütünlük süreç tanımını yapmıştır. Yaman ve İlhan (2010) ise yapının tasarım süreci, yapımı ve işletilerek yönetilmesi için yapı üretiminin dijital ortamda veri girişi çıktısına ve birlikte çalışmasına olanak verecek şekilde uygulanması, Castagna (2008) dijital ortamda yapı oluşturmak için farklı disiplinlerin entegre edilerek birlikte çalıştırılmasına dayanan bir yaklaşımı, Sabol (2008) ise bir yapının modeli ile geliştirilen yapı bileşenleriyle ilişkili verilerin kaydedildiği veri tabanı olarak tanımlamıştır. ISO (2010); yapı nesnelerin fonksiyonel ve fiziksel özelliklerinin paylaşıldığı dijital temsili, Lester (2013) ise inşaat yönetimini ve entegre tasarımı kolaylaştıran ve hızla geliştiren iş birliği yapımını sağlayan araçları, Miettinen ve Paavola (2014) ise yazılım uygulamalarıyla birlikte çalışılabilir ve veri alışverişini kolaylaştırmaya yönelik yapının, modelini veya projesini depolayan dijital gösterimi olarak tanımlamıştır. Yapı bilgi yönetimini, Cheng ve Ma (2013) nesne tabanlı, veriden zengin, parametrik ve akıllı dijital modelle bir tesisin simüle edilmesi ve yönetilmesi, Gu ve London (2010) ise yapı verilerinin bütünlük dijital modelini veri deposu olarak sürdürmeyi ve uygulamayı içeren BT destekli yaklaşımı olarak tanımlamıştır.

Yapı bilgi yönetimi, tasarımın modelinin oluşturulması kapsamında planlanması ve tasarlanması, koordine edilmesi, simülasyon ve görselleştirilmesi inşa etme sürecinin planlanması, modellenmesi ve yönetilmesi ve de proje yaşam döngüsünü sağlayan bir

süreçtir (Atabay, Öztürk, 2019). Bir mimari tasarım süreci olarak ele alınan yapı bilgi yönetimi işlenebilir ve koordine edilebilir veriyi yorumlayan, parametrik çalışma özellikleri ile tasarım kararlarının alınmasında etkili olan bir yönetim kurgusudur (Krygiel, Nies, 2008).

Bu yaşam döngüsü süresince gerek duyduğu bilginin, verinin ve de tasarımının yönetilmesi, üç boyutlu model tabanlı bir sistem ile verinin depolanması, yönetilmesi değiştirilmesi bu sürecin dinamik yönünü ortaya koymaktadır (Şekil 2.1).

Bu süreç kapsamında oluşturulan model ile gerçek yapının bir sanal temsilini oluşturmak amaçlanmaktadır (Macdonald, 2012).

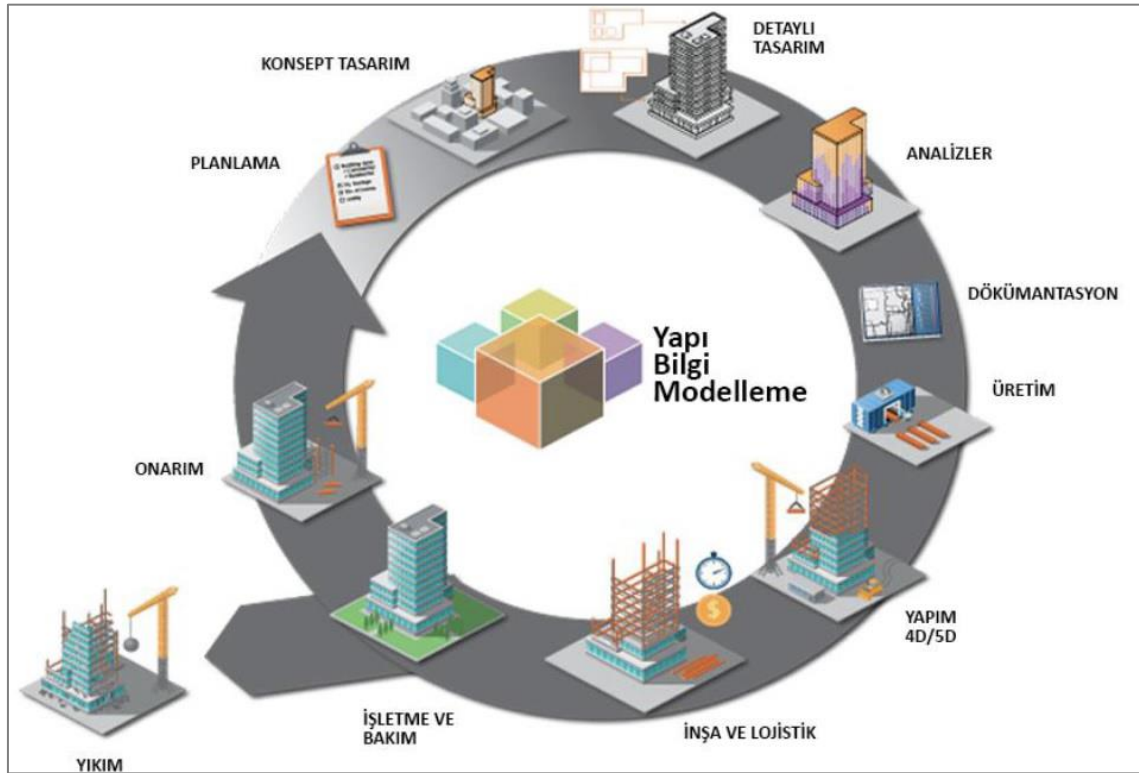


Şekil 2.1. Yapı bilgi yönetimi model kapsamında dokümantasyon oluşumu (Alkawi, 2016)

Yapı bilgi yönetimi; temel yapı tasarımının ve projesinin yönetilmesi için bir metodolojidir ve yaşam döngüsü sürecince dijital formatta veriler sunmaktadır. Yaşam döngüsü kapsamında birçok veri ve bilgi bu sistemin ayrılmaz bir parçasıdır.

Tasarım, inşa ve yönetim aşamalarında tek bir model üzerinden yönetilebilirlik, Paydaşlarında bu model üzerinde çalışabilmesi, verinin yönetilmesi ve değiştirilebilmesi yapı bilgi yönetiminin en önemli özelliklerindendir. (Pärn, vd, 2017)

Yapı bilgi yönetiminde bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi gerekmektedir. Bu yönetimin benimsenerek kullanılması kalıplaşmış yönetim yeteneklerinin kullanılabilmesi anlamına gelmektedir. Bu da daha iyi bir bilgi yönetimi ortamı sunmaktadır. Hem tasarımın kolaylaştırılması hem de hızlı çizim araç ve yöntemlerinin sunulması ile birçok çalışma alanında katkı sağlamaktadır. (Papadonikolaki, vd, 2019)



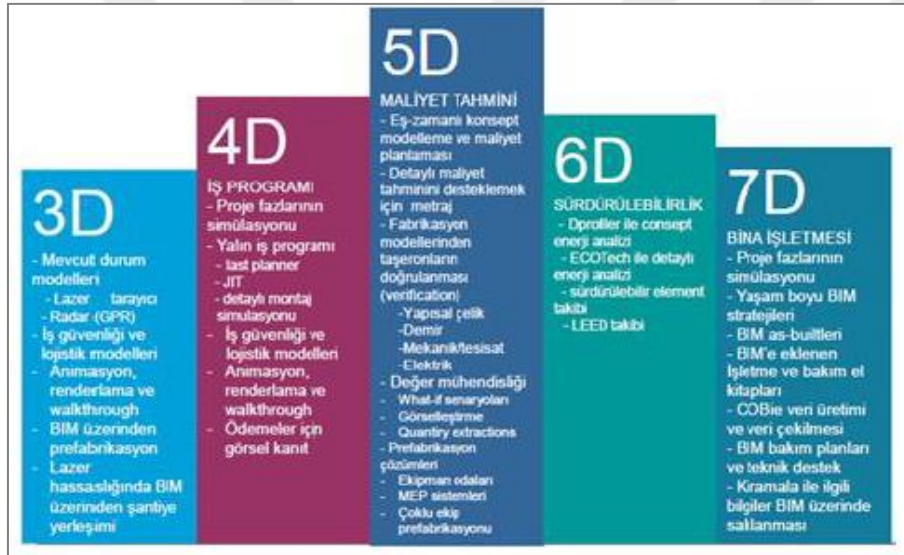
Şekil 2.2. Yapı bilgi yönetimi kullanım alanları (thebimhub)

Yapı bilgi yönetimi;

Veri paylaşımını sorunsuz olarak koordine edilmesi, verinin yorumlanması ve değiştirilebilmesine olanak sağlamak, tasarım iş birliği içerisinde 3d biçimin tüm disiplinler tarafından kullanılabilmesi ve görüntülenebilmesi, model kombinasyonlarının oluşturulması, tasarımda yapılan revizelerin iletişiminin sağlanması ve ortak platformda yönetilmesi gibi birçok hedefi de yapısında barındırmaktadır (Şekil 2.2). Fakat yapı bilgi

yönetimi kavramı bu olguyu farklı yazılımların birbirleri ile bir arada kullanımı ile sağlayabilmektedir. Bu ise bir arada farklı yazılımların entegrasyonu sorununu tanımlamaktadır (Lai, 2019).

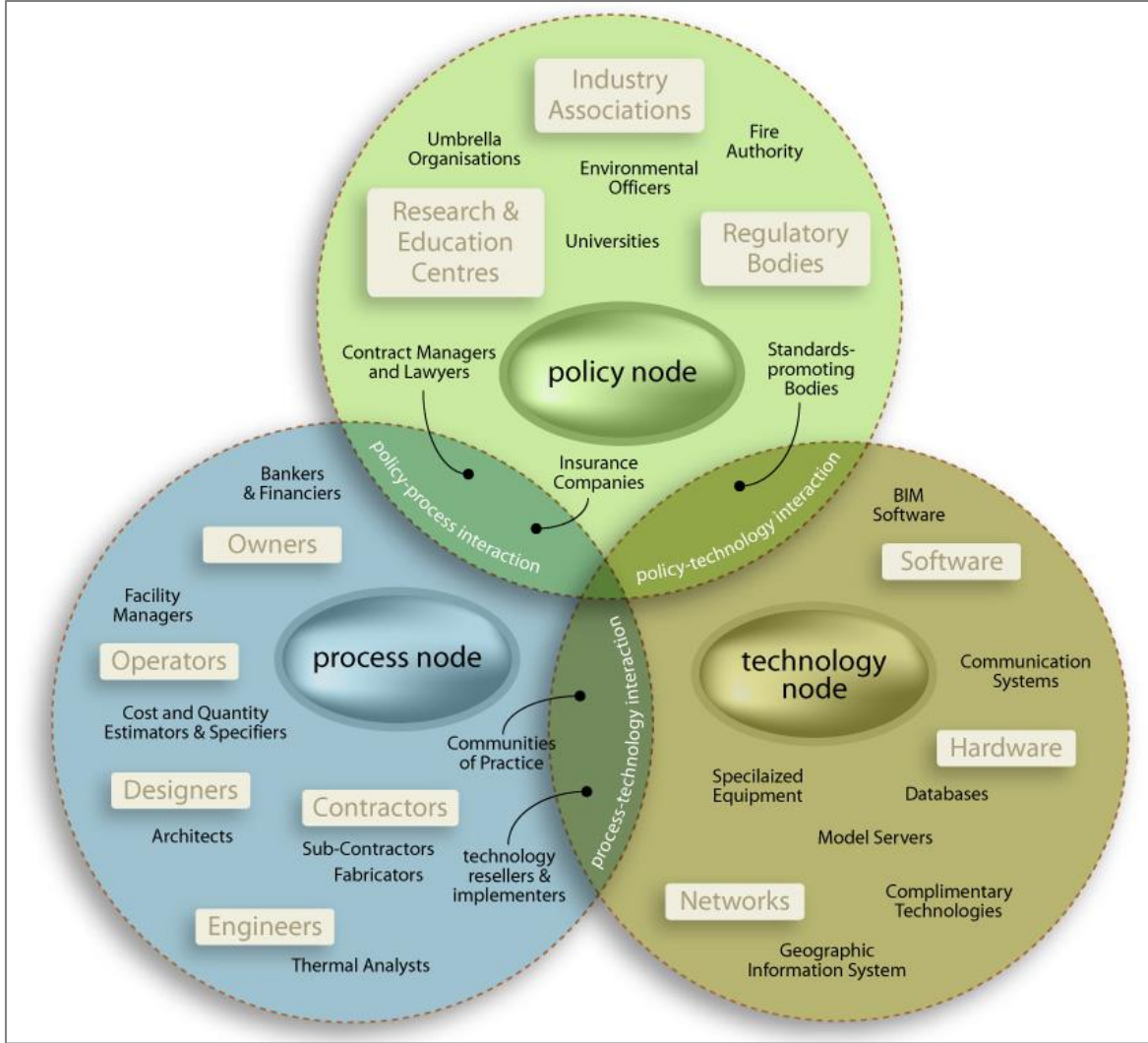
Yapı bilgi yönetiminin amacı sadece işi kolaylaştırmak için oluşturulan bir sistemi tariflemek değildir. Standartların oluşturulması bağlamında geliştirilen kılavuzlar veri tabanlarının yönetilmesinde kullanılmaktadır. Bu standardizasyon projenin tüm yaşam döngüsü aşamalarına yön vermektedir. Üç boyutlu oluşturulan modelin parametrik nesne tabanlı olması ile hem zaman yönetimi hem de nesnelere veri girişi yapılması sağlanmaktadır (Atabay ve Öztürk. 2019).



Şekil 2.3. Yapı bilgi yönetimi boyutları (Atabay ve Öztürk, 2019).

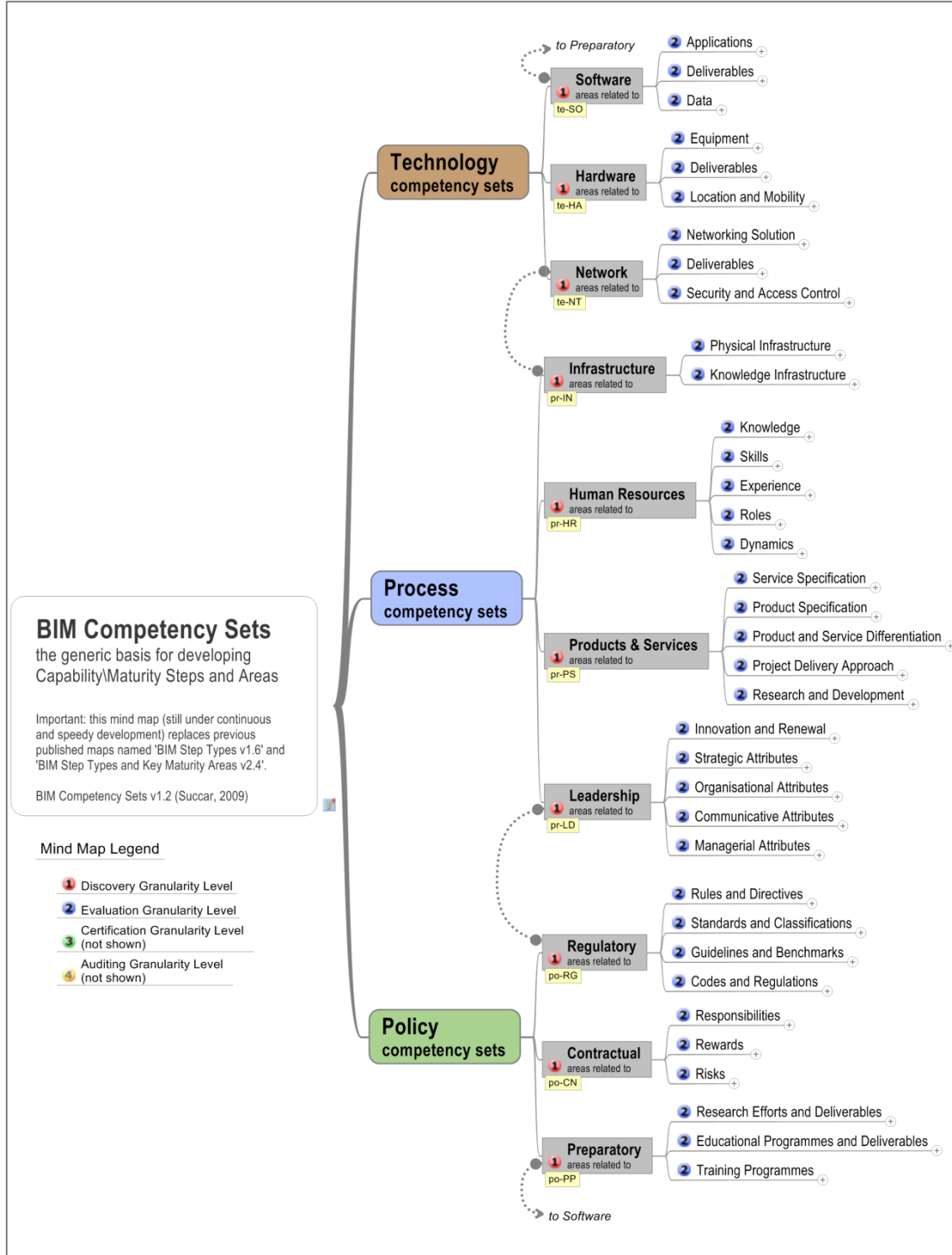
Yapı bilgi yönetimi birçok farklı alanda kullanıcılara hizmet vermektedir. Birbirleri ile eşzamanlı olarak tepki veren bu kurgu yapı bilgi yönetiminin model tabanlı çalışmasının bir çıktısı olarak karşımıza çıkmaktadır. Oluşturulan model bir yaşam döngüsü boyunca bilgi sunmaktadır. Yapı bilgi yönetimi araçlarının eklenmesi ile desteklenen bu süreçte temel model görevleri arasında yer alan (3d); modeller üretme, animasyon, görselleme, şantiye yerleşimi vb. öğeler yer alırken, 4d; iş programının üretilmesi, 5d; maliyet tahminlerinin oluşturulması ve yönetilmesi, 6d; sürdürülebilirlik kapsamında yapılan analiz ve yönetimleri, 7d ise yapının işletilmesi bağlamında verileri model kapsamında yönetmektedir (Şekil 2.3). Bu kapsamda yapı bilgi yönetimi sürekli ve dinamik olarak veri sağlamaktadır.

yönetim gibi birçok konuda yapının yaşam döngüsü süresince çeşitli uygulama ve araçlarla desteklenerek bilgi alışverişi ve yönetimini kolaylaştırılması hedeflenmektedir. Bu süreçte iş birliğinin kurgusu oldukça sınırlı fakat gelişime açıktır. Model iş birliği sistemleri işlevsellik ve performans bağlamında inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılırken yapı bilgi yönetiminde bu kısım gelişime açıktır (Shafiq, vd, 2013).



Şekil 2.5. Yapı bilgi yönetiminin kenetlenmiş alanlarının şematize edilmesi (Succar, 2008)

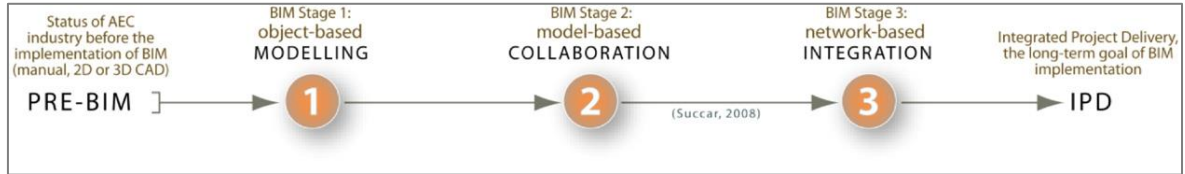
Yapı bilgi yönetimi birçok farklı alandaki verinin kesişimlerinden (Şekil 2.5) faydalanarak bir süreç yönetmektedir. Bu kesişimler yapı bilgi yönetiminin veri yorumlama kabiliyetini ortaya koymaktadır. Bu konuda oluşturulan politikalar, süreçler ve teknolojik yaklaşımlar sürekli olarak güncel ve dinamik yapının gelişimine ve değişimine imkan sağlamaktadır (Şekil 2.6). Her birim kendi içerisinde gelişiminde devam ederken birbirleri arasındaki etkileşimde sürekli olarak artmakta ve yapı bilgi yönetimi kapsamını evrimleştirmektedir.



Şekil 2.6. Yapı bilgi yönetimi üç temel adımı kapsamında haritalanması (Succar, 2010)

Yapı bilgi yönetimi kullanımı farklı olgunluk seviyeleri çerçevesinde değerlendirilmektedir (Şekil 2.7). Basamak basamak tanımlanan bu seviyeler birbirine eklenen iş akışlarının bu süreçte yönetilmesini tariflemektedir. Yapı bilgi yönetiminde modelin oluşturulması kapsamında yapılan çalışmalar birinci basamak olgunluk seviyesini tarif ederken iş birliği

içinde disiplinlerin çalışma olgusunun eklemlenmesi ikinci basamak bir olgunluğu temsil etmektedir. Bu basamaklara entegrasyonun eklemlenmesi bir sonraki basamağı tariflemektedir. Bu bir süreç yönetimini tariflediğinden dolayı eklemlenmelerin ve de dolayısı ile de olgunluk seviyelerinin artacağı düşünülmektedir.

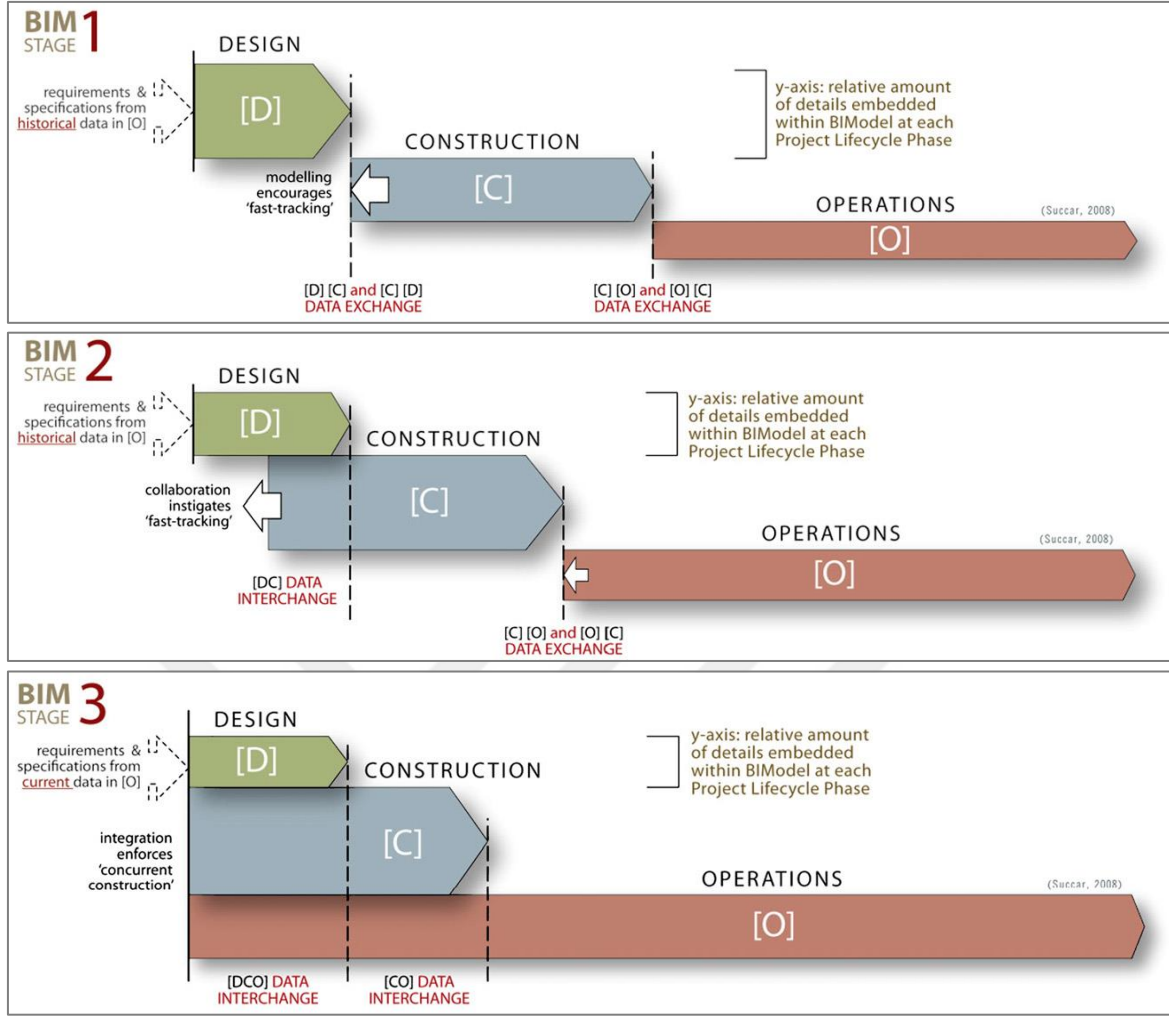


Şekil 2.7. Yapı bilgi yönetimi olgunluk seviyeleri (Succar, 2009)

Farklı olgunluk seviyeleri eşzamanlı olarak da proje yaşam döngüsü adımlarını ve organizasyonunu doğrudan etkilemektedir. Bu adımlar;

- Projenin tasarlanması süreci
- Yapının inşa süreci
- Yaşam döngüsü kapsamında operasyon sürecidir.

Bu süreçler birbiri ile bağıntılıdır. Bu bağıntı olgunluk seviyelerine göre değişim gösterirken, aynı zamanda da birbirleri arasındaki kesişimlerde de farklılıklar oluşmaktadır. Bu kesişimler proje yönetiminin sağladığı en önemli veri girişlerindendir.

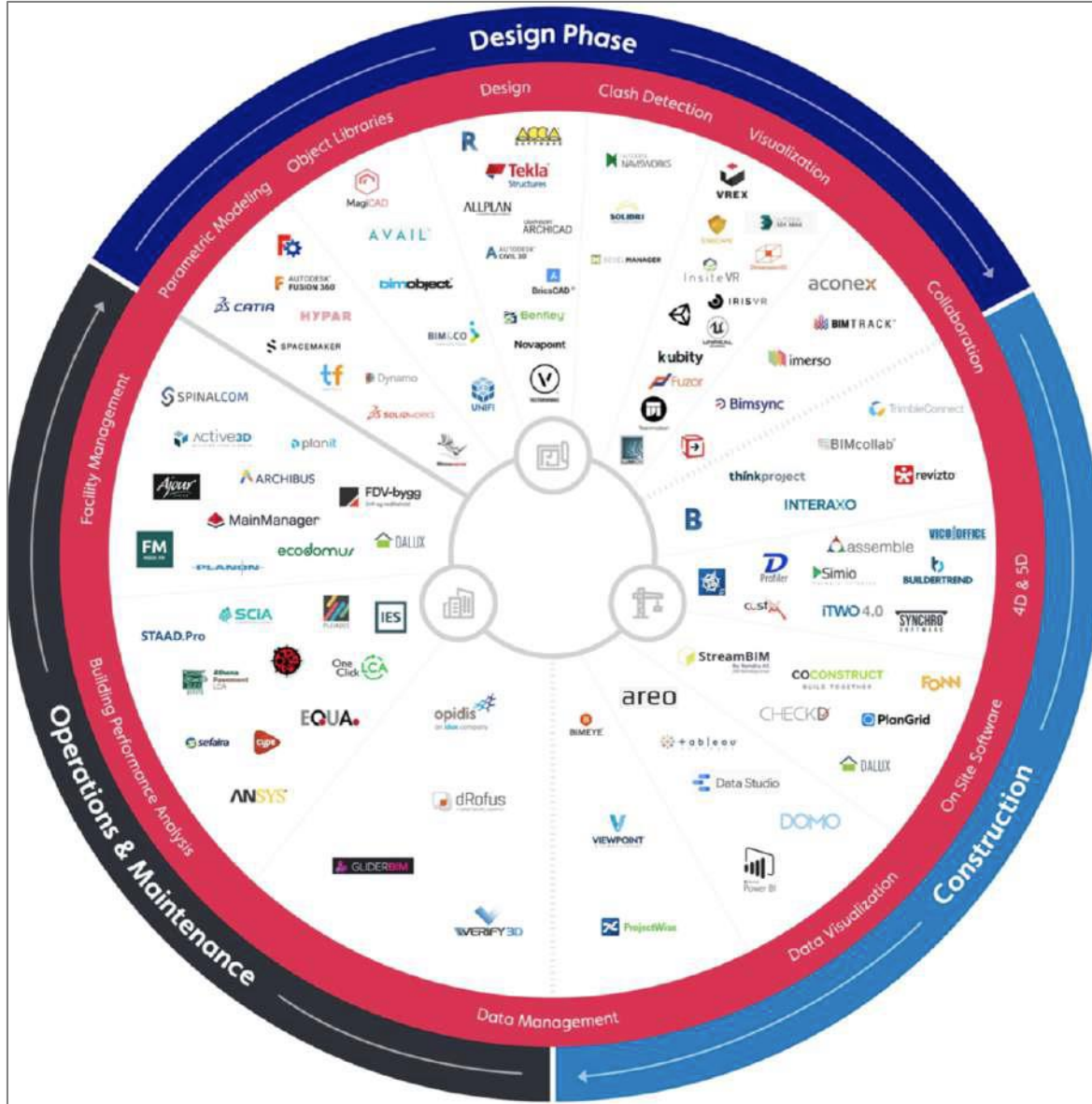


Şekil 2.8. Yapı bilgi yönetimi olgunluk seviyelerine göre proje yaşam döngüsü aşamaları (Succar, 2009)

Üç ana başlıkta kategorize edilen bu olgunluk seviyelerinde yaşam döngüsündeki (Şekil 2.8);

1. Basamak; Tasarım süreci, yapı inşa süreci ve operasyon süreçleri ve de yönetimi birbirlerini izleyen, biri bitince diğeri başlayan lineer bir şemadır.
2. Basamak; Tasarım süreci ile yapı inşa süreci kesişim içerisinde bir arada çalışmaktadır fakat operasyon süreci entegre değildir.
3. Basamak; Üç süreçte birbiri ile etkileşim halinde ve entegre bir süreç yönetimi söz konusudur.

etkiler gözlemlenmektedir.



Şekil 2.9. Yapı bilgi yönetiminde kullanılan yazılımlar ve bunların gruplandırılmasına yönelik örneklem (Bigazzi, 2022)

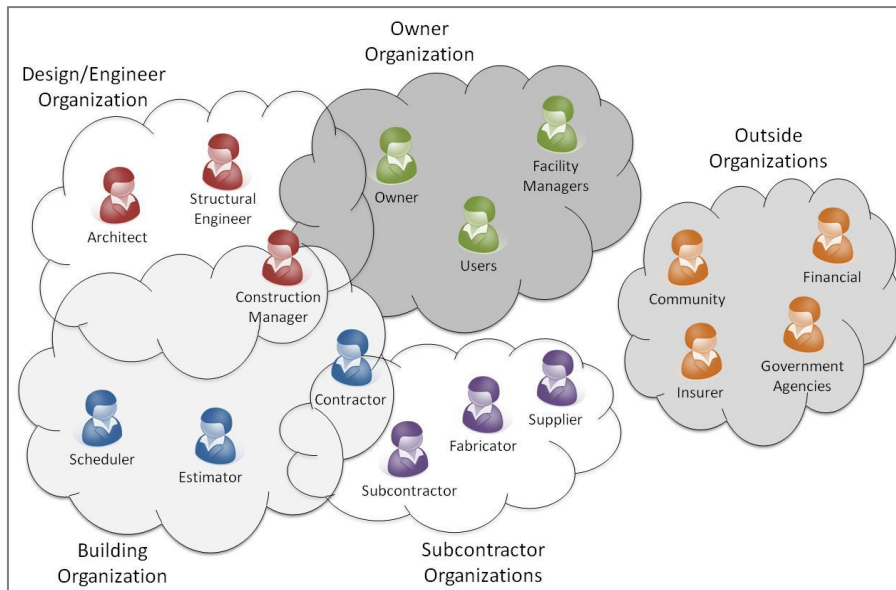
Yapı bilgi yönetiminin birbirinden ayrılmaz üç ana ögesi olan tasarım, yapı inşa ve yaşam döngüsü kapsamında operasyon süreçleri sınırsız verinin bir arada yorumlandığı ve yönetildiği kapsamlı alanları tariflemektedir. Bu süreçler yapı bilgi yönetimi çerçevesinde adapte edilen birçok araç-yazılım ile desteklenmektedir (Şekil 2.9). Bu araç ve yazılımlar yapı bilgi yönetiminin model tabanlı çalışmasının sunduğu veriyi kullanarak yeni veriler sunmaktadır. Bu veriler ile de yapı bilgi yönetimi modelinin evrilmesi hedeflenmektedir. Birbirinden farklı birçok yazılımın bu sisteme veri katkısı yapması da bu sürecin gelişmesi ve dinamizmi açısından oldukça önemlidir.

2.1. Yapı Bilgi Yönetimi Disiplinler Arası İş Birliği Süreci

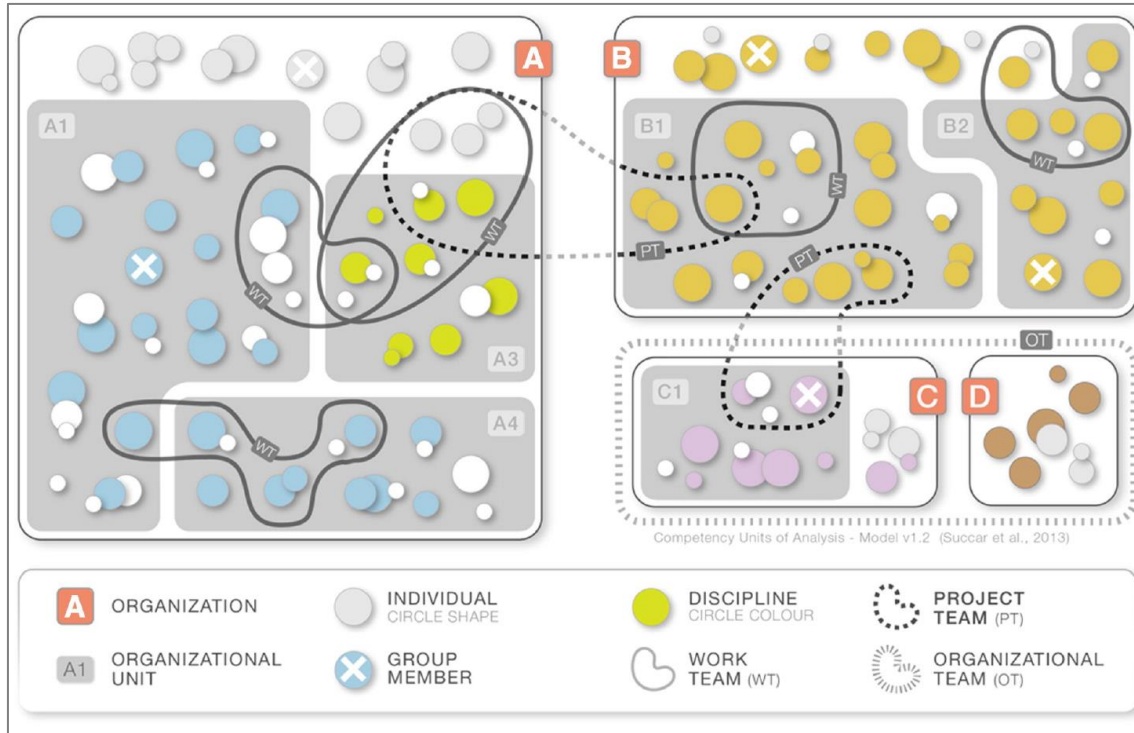
Yapı tasarımı, çeşitli tasarım araçlarının kullanıldığı multidisipliner bir süreci tariflemektedir (Pazlar, Turk, 2008). Bu süreç farklı disiplinlerin bir arada iş birliği içinde çalıştığı, veri alışverişlerinin gerçekleştiği bir yöntemi tariflemektedir. Özellikle büyük ve karmaşık fonksiyonların yer aldığı yapı tasarımlarında birçok değişken verinin farklı disiplinler tarafından yönetilmesi oldukça önemlidir (Şekil 2.10). Tasarım kalitesinin artırılması, farklı disiplinlerin bir arada çalışmasının yönetilmesi ve verinin yönetilebilmesi yapı bilgi yönetiminin temel amaçlarını oluşturmaktadır. Oluşturulan yapı bilgi modelinde de farklı disiplinlerin organizasyonu gerekmektedir (Şekil 2.11). Birçok farklı yazılım desteği ile bu organizasyon hedeflenmiş olsa da genel olarak bir çözüm arayışı devam etmektedir. Kullanılan araçlar disiplinlerin veri paylaşımı ve alışverişi model ve verilerin değiştirilmesi, güncellenmesi ve bu yöntem ışığında merkezi bir dosyanın yönetilmesi kapsamındadır. Bu kapsamda;

- Yapı yaşam döngüsünün tüm süreçlerinin ve iş akışlarının modellenemeyecek biçimde karışık olması,
- Çok fazla amaca hizmet eden veri modelinin büyük, ağır olmasından kaynaklı verimli olamaması,

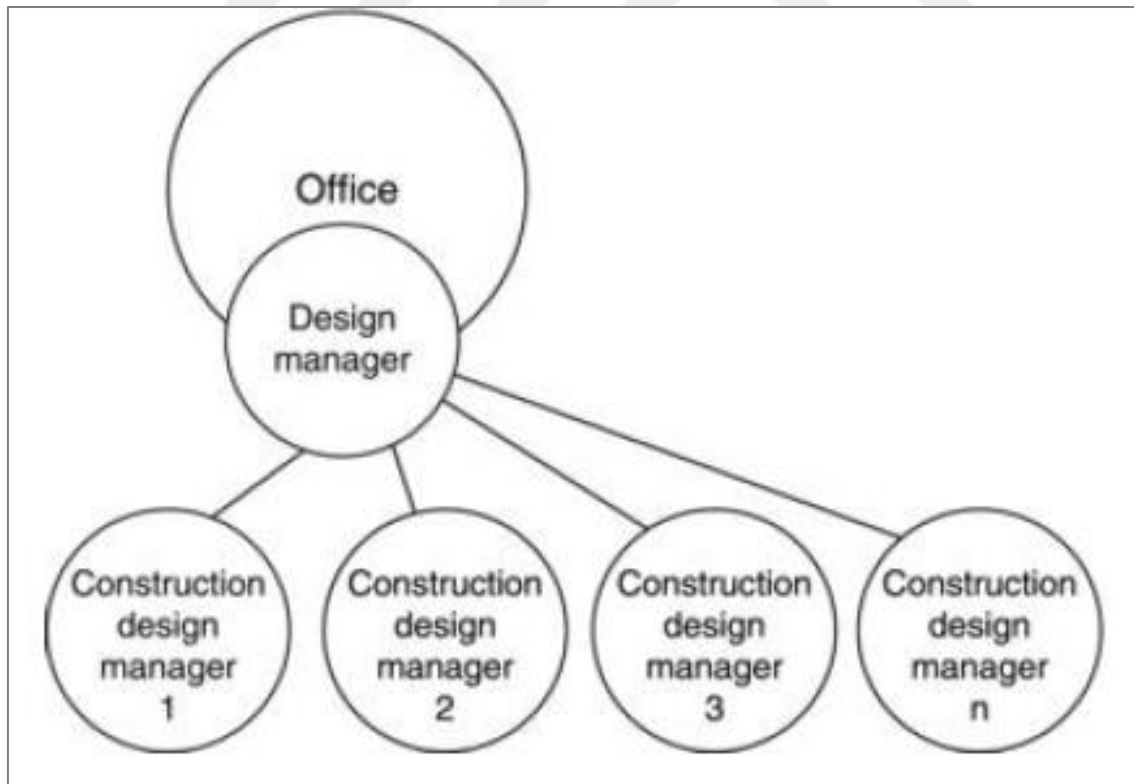
sınırları ile karşılaşmaktadır.



Şekil 2.10. Meslekler arası tipik organizasyon bağı (Eastman,2008 B)



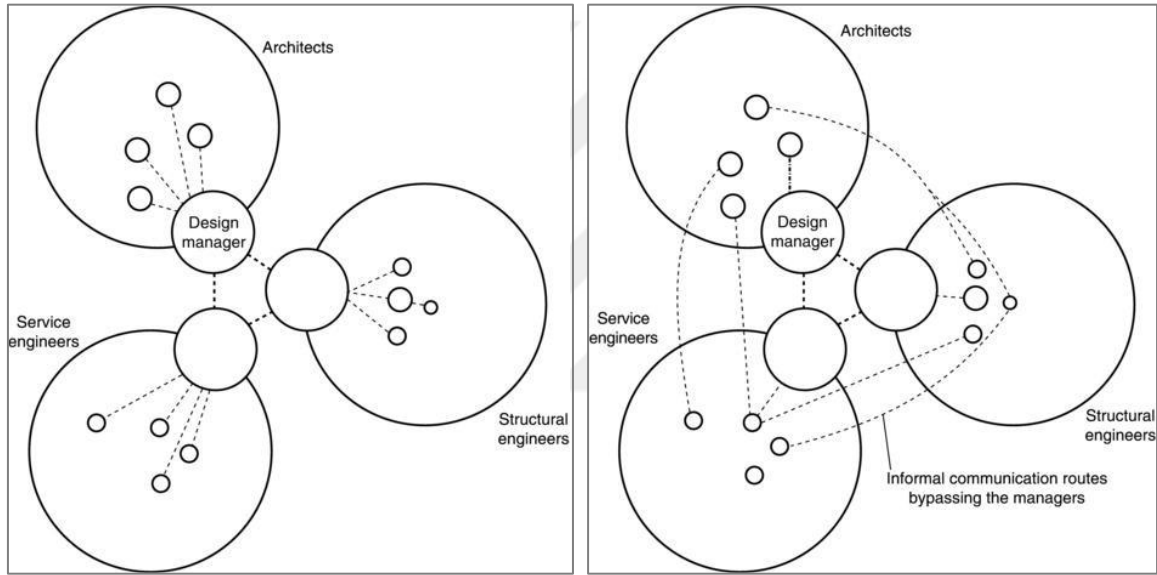
Şekil 2.11. Yapı bilgi yönetimi birimleri tanımlanması ve organizasyonu (Succar, 2013)



Şekil 2.12. Yapı bilgi yönetiminde disiplinler arası yönetim ağı (Emmit, 2014)

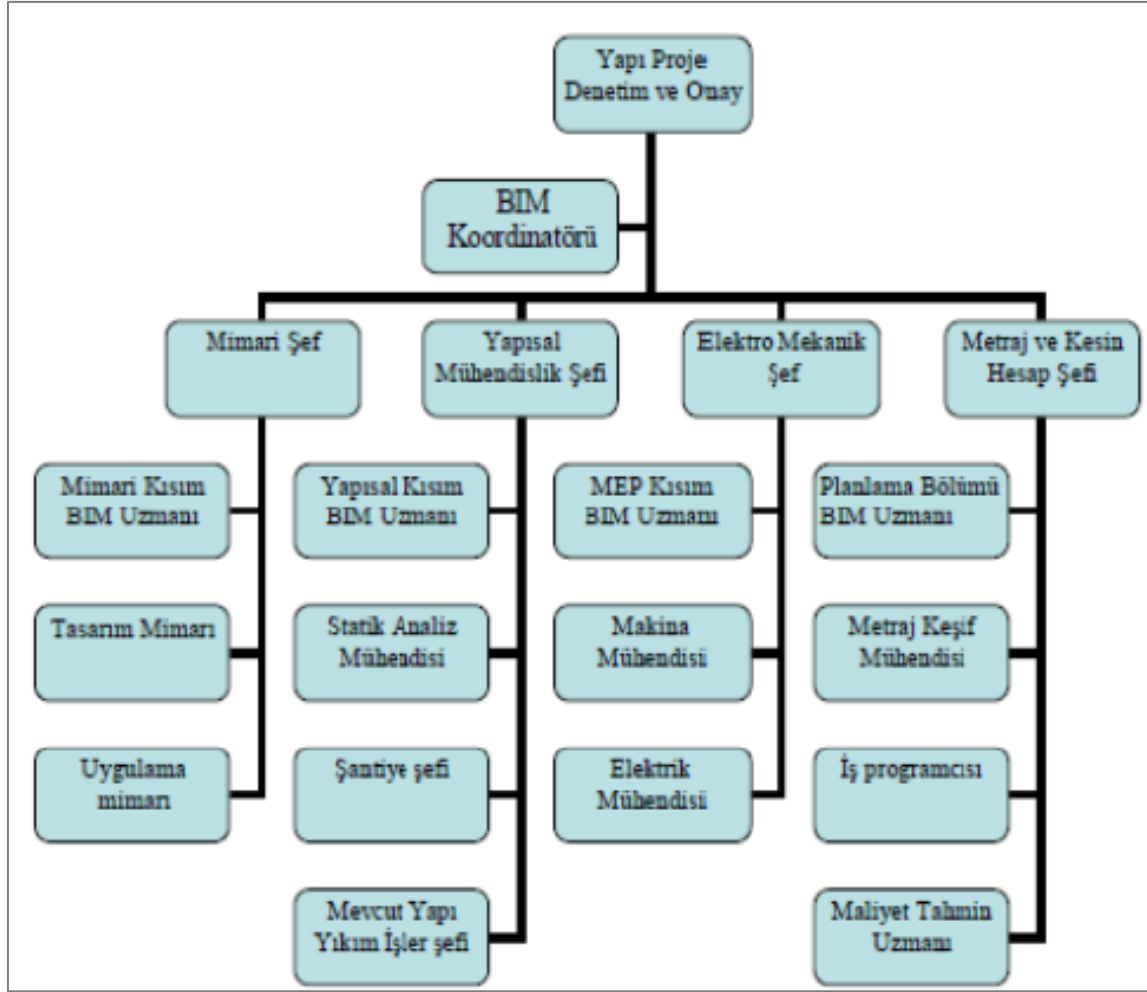
Mimarlar günümüzde, geleneksel tasarım sürecini oluşturmanın ötesinde projeyi yöneten bir lider ve uzman konumunda olmalıdır (Şekil 2.12). Bu hem tasarımın koordine edilmesi hem de yönetilmesi bağlamında oldukça önemlidir.

Yapı bilgi yönetimi birçok disiplinin iş birliği ile bir arada çalıştığı bir modeli tanımlamaktadır. Farklı uzmanlık alanlarının bir arada çalışma mantalitesinin oluşturulması için bu model kapsamında sorumlulukların ve bağımlılıkların oluşturulması gerekmektedir. Birden fazla projenin bir arada yönetilmesi de bu kapsamda yönetimi daha karmaşık hale getirmektedir (Şekil 2.13).



Şekil 2.13. Disiplinler arası iletişimin kurgusu- düzenli ve düzensiz iletişim (Emmit, 2014)

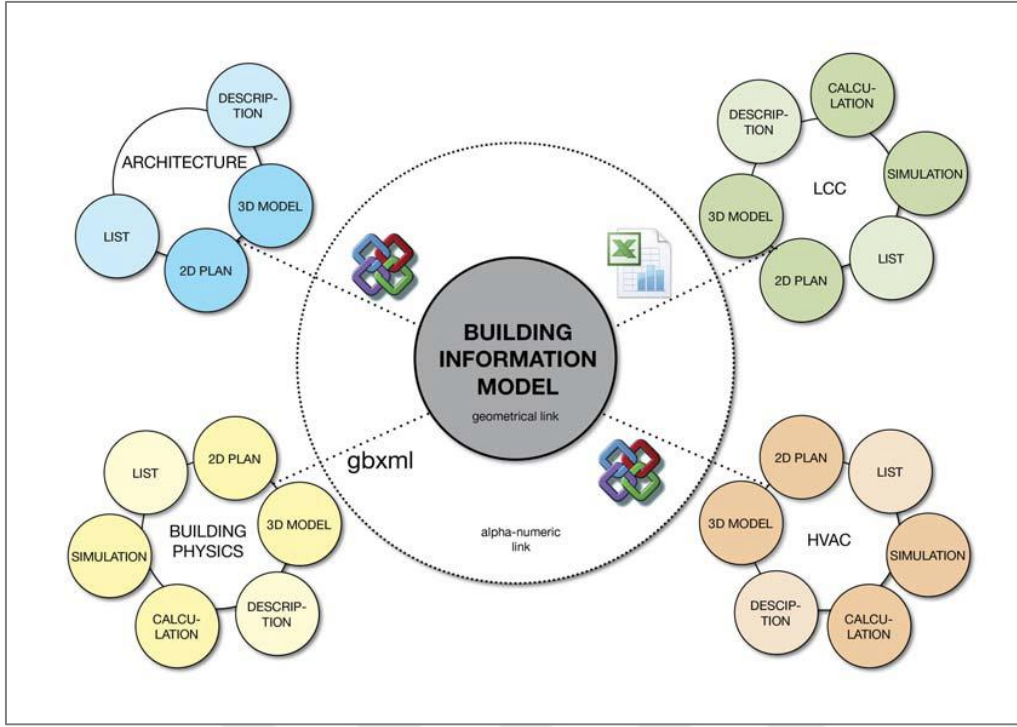
Yapı bilgi yönetimi sisteminde modelin yönetilmesi, analiz ve kontrollerin yapılması süreçlerinin yönetilmesi için bir “yönetici” tanımlamaktadır. Bu yönetici yazılımlara hakim, koordinasyon kurabilen, yönetebilen ve analizleri yorumlayabilen biri olarak öne çıkmaktadır. Bu süreç içerisinde “koordinatör”, “uzman” gibi isimlerle anılırken organizasyondaki yeri de tariflenmelidir (Şekil 2.14) (Atabay ve Öztürk., 2019)



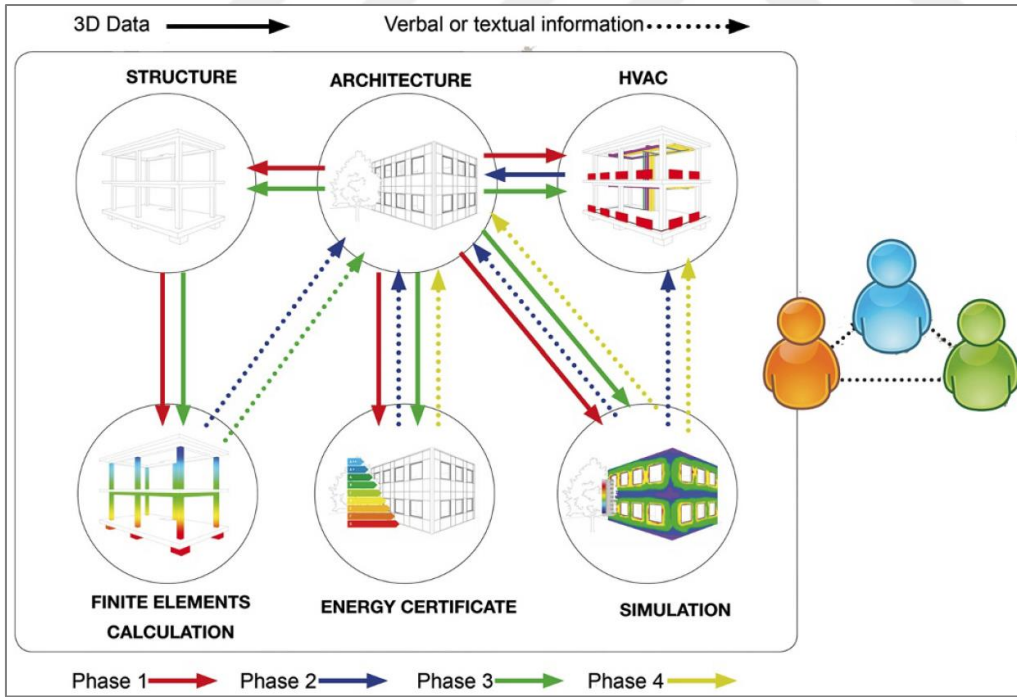
Şekil 2.14. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı organizasyon şema örneği (Akkoyunlu, 2015)

Yapı bilgi yönetimi koordinatörünün bağlı ve sorumlu olduğu kapsamlar ve de diğer disiplinler arasındaki çözümler uygulama planı organizasyon şeması ile gösterilmektedir. Böylece disiplinler arası bağıntının çözülmesi hedeflenmektedir (Şekil 2.15).

Farklı olgunluk seviyelerinde disiplinler arası iletişim değişkenlik göstermektedir. Birinci basamak olgunluk seviyesinde disiplinler kendi modellerini oluşturarak merkezi yapı bilgi yönetimi modelini beslerken üçüncü basamak kullanımında merkezi model üzerinde iş birliği ile çalışan disiplinler görülmektedir. Merkezi bir model üzerinde çalışmak eşzamanlı bir proje yönetimini kurgularken farklı modeller üzerinde çalışmak birbirinden bağımsız süreçleri birleştirme metoduna dayanmaktadır. Bu ise yapı bilgi yönetimi kapsamında gelişimi sınırlayıcı bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır.

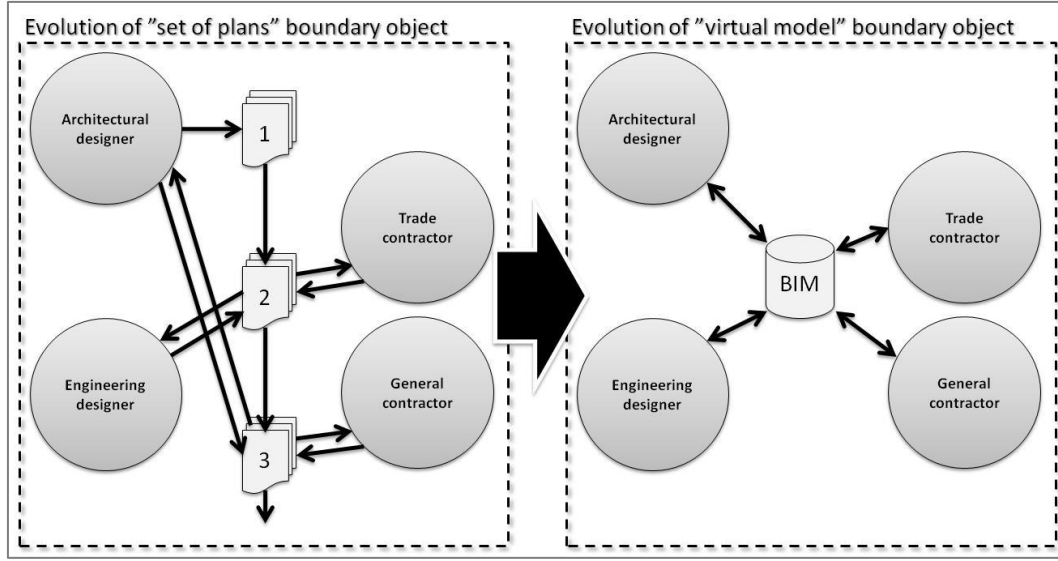


Şekil 2.15. Yapı bilgi yönetim sürecinin tarifi (Kovacic ve Oberwinter, 2012)



Şekil 2.16. Disiplinler arası modelleme ve veri paylaşımı (Kovacic, ve diğerleri, 2013)

Yapı bilgi yönetiminin kurgusu kapsamında; yapının tasarımında ve de uygulanması aşamalarında bulunan tüm disiplinler tek bir sistem-model üzerinden koordineli bir biçimde çalışma ortamı sağlarlar (Şekil 2.16) (Aydın, 2019).



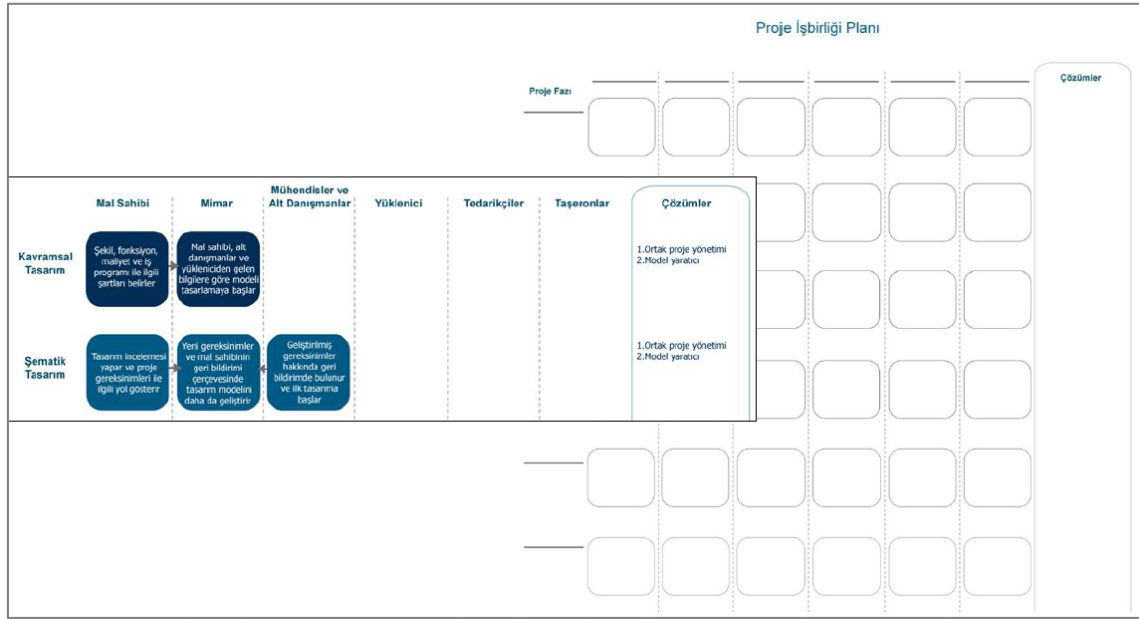
Şekil 2.17. Geleneksel yönetim ve yapı bilgi yönetiminde meslekler arası organizasyonun tanımlanması (Lehtinen, T., 2010)

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı tüm süreçleri görmeye yarayan sanal bir uygulamadır. Tüm süreçlerde kaynakların doğru ve etkili kullanımını sağlamak, zaman ve maliyetle ilgili kayıpları azaltmak ve paydaşlarla etkili iletişime olanak vermek için oluşturulur. Bu oluşturulan kılavuz belge ile; rol ve sorumluluklar belirleme, model içerisinde kullanılacak detay seviyeleri tanıma, önemli aşama ve tarihler planlama, disiplinler arasındaki bilgi isteklerini azaltma ve proje maliyetlerini düşürme hedeflenmektedir (Ofloğlu, 2018).

Yapı bilgi yönetimi ile kurgulanan süreç bir sayısal modellemenin ötesinde bilgiyi yöneten ve sürekli revize edebilen yapıdadır. Bileşenler ve parametreler bağlamında yapı bilgi yönetimi ele alındığında birçok verinin kullanıldığı bir kurgudur. Bu bileşenler ve verilerin gerekliliğini oluşturacak ihtiyaçların bilgisi, kaynakların yönetimi merkezi modelin oluşturulmasından önce belirlenmelidir. Bu bağlamda modelin nasıl yönetileceği, uygulanacağını belirlenmesi gerekmektedir. Bu ise bir kılavuz belge olan yapı bilgi yönetimi uygulama planı ile kurgulanmaktadır (Bahadır, 2018).

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı; proje tanımının yapılması, proje kapsamının belirlenmesi, risklerin tanımlanması, hedeflerin belirlenmesi, stratejilere karar verilmesi, kaynakların planlanması, teknolojinin seçilmesi ve planlanması, sorumlulukların tanımlanması, disiplinler arası bağıntıların kurulması, iletişimin kurgulanması, disiplin bilgilerinin oluşturulması gibi birçok veriyi içermektedir.

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı projede yer alacak ekiplerin belirlenmesi, proje süreci içerisinde etkileşimlerin tespit edilmesi, disiplinlerin rollerinin ve sorumluluklarının tanımlanması ve bu kapsamda iş birliğinin sağlanması amacıyla oluşturulmaktadır (Şekil 2.18).



Şekil 2.18. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı proje iş birliği planı

Bu kapsamda oluşturulan kılavuz belge birçok verinin bir arada kullanıldığı ve yönetildiği bir planlamayı tariflemektedir. Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan modelde neyi, ne zaman, kim, nasıl niçin yapacağı sorularına net cevaplar üreterek paydaşların yönete bilinmesini hedeflemektedir (Bim Management Plan).

Yapı bilgi yönetimi uygulama planında; tanımlama, zamansal planlamalar (proje takvimi), onay süreçleri, amaç ve hedefler, sorumlu tarafların tespiti, bilgi yönetimi ve alışverişi, kaynak yönetimi, disiplinler arası iletişim, disiplinler arası bağıntı, paydaş yetkinlik ve sorumlulukları, rol paylaşımları, organizasyonun kurgusu, bilgi ve dağıtım stratejileri, model standartları, detay seviyeleri, planlama ve dokümantasyon, proje-belge dağıtım süreçleri, dokümantasyon tanımları, teknoloji-yazılım kullanımı, stratejiler, iş birliği planları ve stratejileri, paylaşım kurguları, izin ve erişimler, proje çıktıları gibi birçok konu ele alınarak bir kılavuz oluşturulmaktadır. Bu kapsamda oluşturulan uygulama planı yapı bilgi yönetimi kapsamında projenin yaşam döngüsü süresince nasıl yürütüleceğini tanımlamaktadır. Bu

plan yaşayan bir belge olarak düşünölmelidir. Proje yaşam döngüsü içerisinde değiştirilebilir ve iyileştirilebilirdir (BIM Execution Plan).



3. TASARIM VE MİMARİ TASARIM

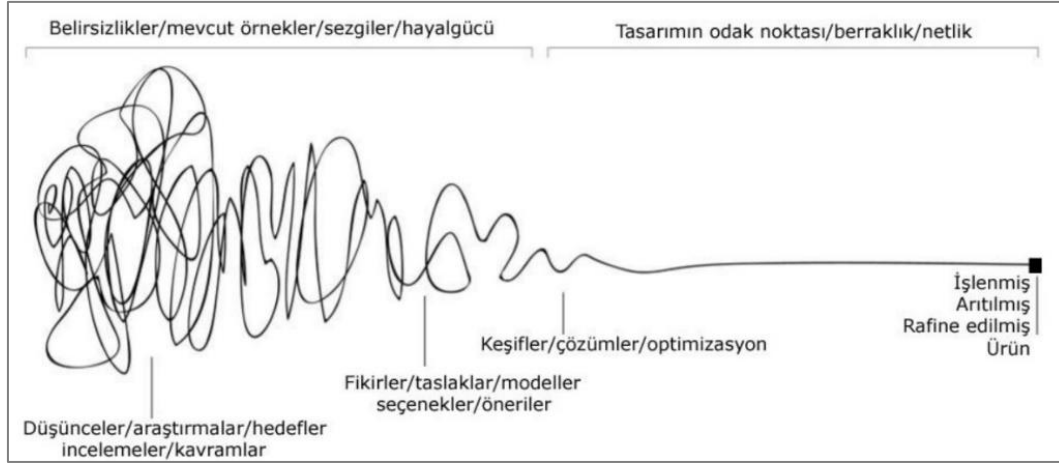
Tasarım kavramının sözlük anlamına bakıldığında Ana Brittanica’da; “Bir ürün ortaya koymaya yönelik düşünsel ya da maddi çalışmalar süreci” olarak tanımlanmaktadır. Larousse tasarlama eylemini; "Tasarı, ulaşılmak istenen amaç, niyet, plan, proje, kabataslak çizgileriyle ortaya konan bir şeyi gerçekleştirme düşüncesidir" şeklinde tanımlamıştır.

Tasarım kavramı geçmişten günümüze kadar birçok bilim insanı ve düşünür tarafından farklı şekillerde açıklanmıştır. Bunlara göre tasarım; “Fiziksel bir yapının en uygun bileşenlerini bulmak” (Alexander, 1964), “amaca yönelmiş bir problem çözme eylemi” (Archer, 1969), (Jones, 1992), “tasarım bir karar verme sürecidir” (Aksoy, 1979) “bir şeyin biçimini zihinde kurma eylemidir” (Şener, 1994) şeklinde tanımlanmaktadır. Yapılan bu tanımlamalara genel olarak bakıldığında tasarımın, yapılacak olan eylem ve oluşturulacak ürün için izlenecek süreci ya da düşünme şeklini tariflediği görülmüştür.

Tasarım, birçok parametre barındırarak, geri dönüşler ile beslenen “tekrarlamalı” bir süreci tarifler. Bundan dolayı ara “çözümler”, başlangıçtaki problemin yeniden tarifiyle dahil, alternatif yollarının başlangıç noktası konumundadır (Aydın, 2019).

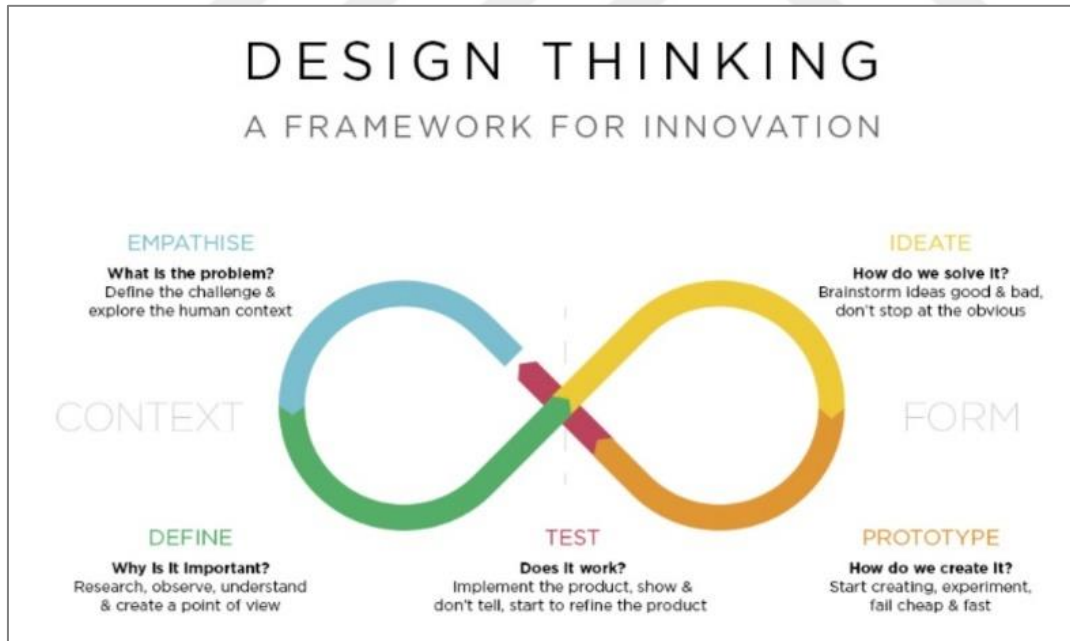
Tasarım süreci, amaç ve sonucun bütünleştiği yani yola çıkış noktası ile varılan yerin entegre olduğu gidişli gelişli dinamik bir süreç olarak tanımlanır. Tek bir çözüm ve tek bir doğru olmamakla birlikte seçeneklerin oluşturularak kararların alındığı bir süreçtir (Aydın, 2019).

Tasarım olgusunu süreç olarak tanımlayan çalışmalarda tasarım genel olarak, öncelikle “yapılacak olanın açık ve tam tanımı” (Bridges, 1995) şeklinde ifade edilmiştir. Bu şekliyle bir nesnenin veya olgunun ne şekilde oluşturulacağına dair tariflerin tamamını temsil niteliğindedir. Bir mühendis veya yönetim bilimci bir tasarım sorununun çözümünde bunlardan yararlanabilir. Fakat mimari tasarım, tasarımcıların kararlarıyla şekillenen ve oluşan bir olgu olduğundan diğer bilim dallarından farklılaşmaktadır. Nitekim Akın (1986) “mimari tasarımı” tasarımdan ayırt ederek “hedeflere yönelik olarak üretilen bireysel kararlar yoluyla problem çözme işlemi” olarak ifade etmiştir. Her ne kadar mimari tasarım süreci, tanımlarda sezgisel veya bireysel olarak betimlense de, tasarım problemi sonuçta bilinçli veya bilinçsiz belli kararların alınmasıyla çözümlenir (Şekil 3.1). “Bu bakımdan tasarım probleminin algoritmik bir yanı vardır” (Çolakoğlu, 2000)



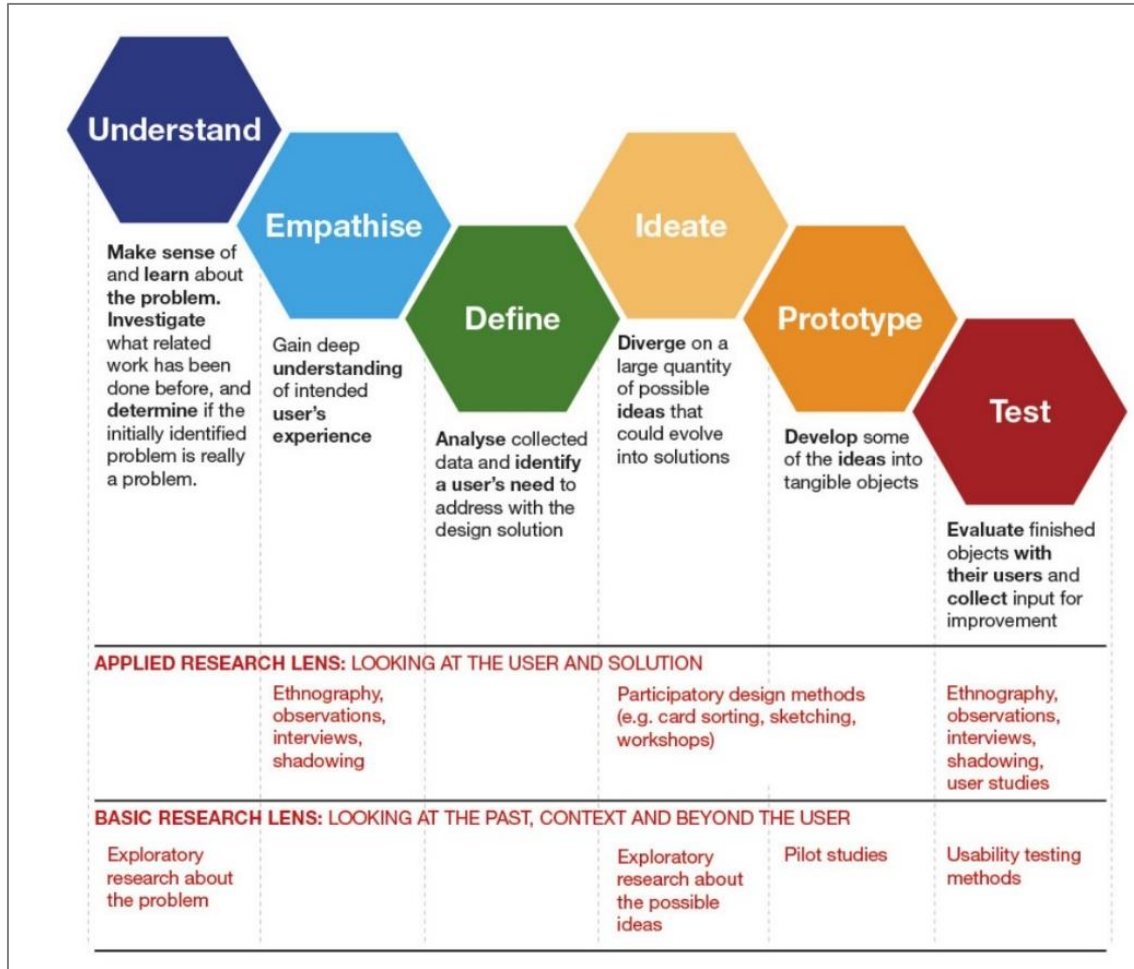
Şekil 3.1. Tasarım süreci (Osterwalder ve diğerleri 2015)

Mimarlık alanında tasarım, tasarlama eskiz veya plan yaparak kişinin zihninde canlandırması, biçim vermesi veya üretmek zihninde oluşturduğu bir şeydir. Bu adımların sonucunda zihnin ortaya koyduğu şema veya projedir (Bayazıt, 1994) Tasarım, şekil 3.2.'de gösterildiği üzere kavramın forma yani somut biçime dönüştürülmesidir.



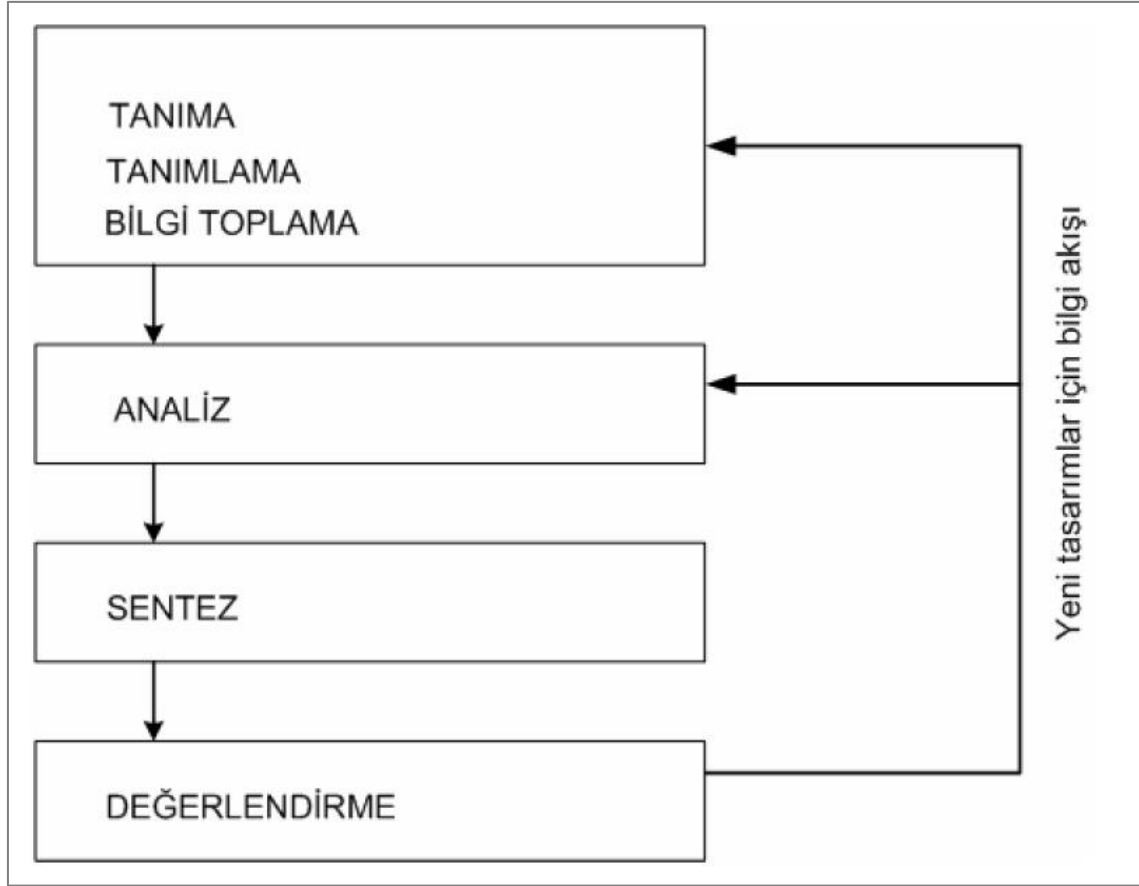
Şekil 3.2. Tasarımı düşünme (How design thinking)

Mimari tasarım tasarım probleminin çözümü olarak mekan oluşturma, mekanları kurgulama ve tasarım kararlarının alınması süreci olarak ifade edilebilir. Şekil 3.3.'de mimari tasarım adımları ifade edilmiştir.



Şekil 3.3. Mimari tasarım adımları (Sheilapontis)

Mimari tasarım sürecinde neden-sonuç ilişkilerinin oluşturulması, mimari problemlere çözüm oluşturmada ihtiyaç duyulan tekniklerin ve yöntemlerin geliştirilmesine yönelik bir süreci tariflemektedir.

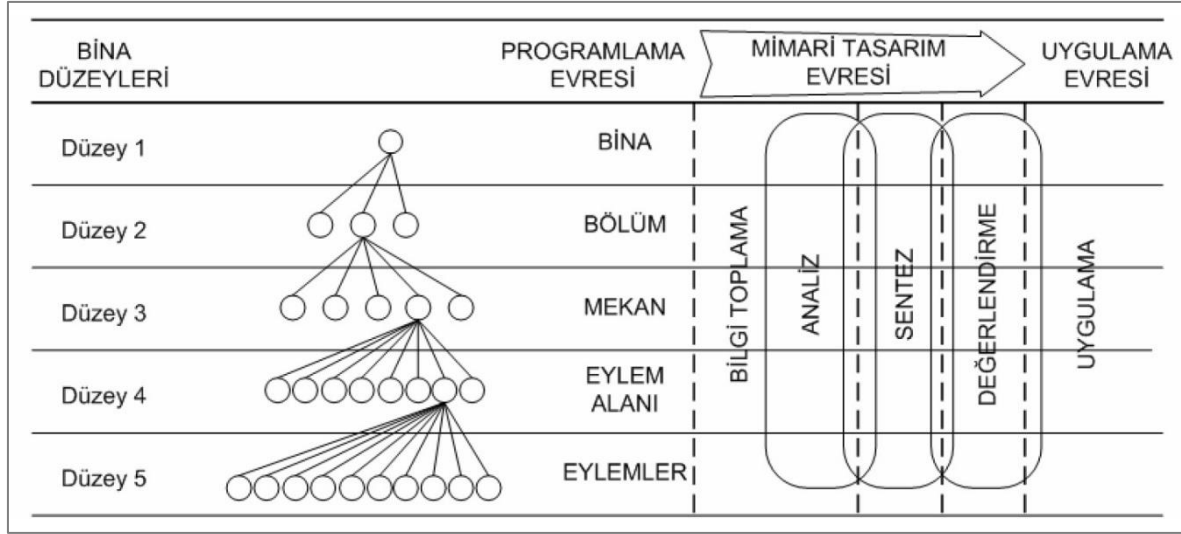


Şekil 3.4. Mimari tasarım adımlarının bilimsel olarak açıklanması (Tezel, 2007)

Bilimsel olarak mimari tasarım süreci dört aşamada açıklanabilir (Şekil 3.4.-3.5);

- Bilgi toplama: Tasarımın oluşturulması ve geliştirilmesi için veri toplama ve araştırılmaların gerçekleştirildiği süreçtir.
- Analiz (Çözümleme): Tasarım probleminin ve yöntemlerinin belirlenmesi, analizlerin ve işlev şemalarının oluşturulması ve gerekli etütlerin yapıldığı süreçtir.
- Sentez (Birleşim): Elde edilen tasarım girdilerinin işlenerek tasarımın oluşturulduğu, geliştirildiği ve alternatiflerinin üretildiği süreçtir.
- Değerlendirme (Karar): Tasarımcının kararına göre oluşturulan alternatiflerden seçimin yapıldığı, geliştirildiği ve sunulduğu süreçtir.

Bu süreç aşamaları birbirlerine veri sağlayarak girdi-çıktı oluşturmaktadır.



Şekil 3.5. Bilgi toplama, analiz, sentez, değerlendirme aşamaları (Arcan ve Evci, 1992)

3.1. Erken Tasarım Evresi

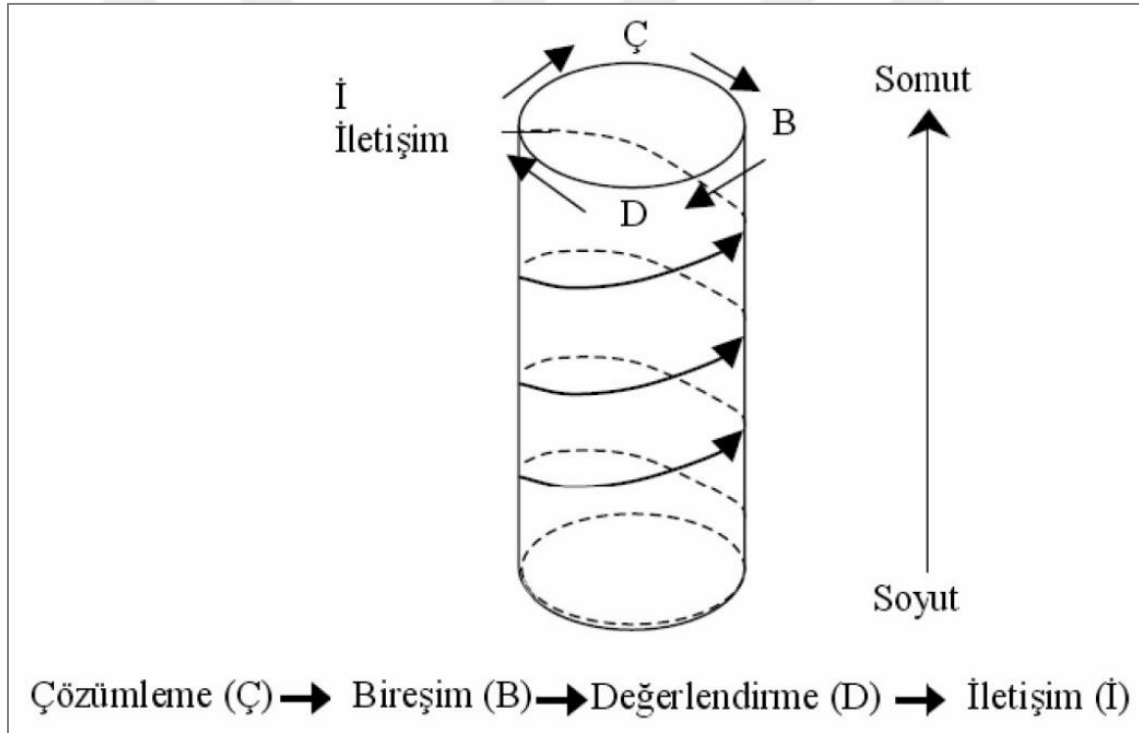
Mimari tasarım sürecinde, tasarım probleminin çözümüne yönelik olarak verilerin toplanması ve analiz edilmesi, ara tasarım çözümlerinin oluşturulması ve sonuç ürün tasarımı üretmek için birçok farklı eylem gerçekleştirilir (Casakin, 2008; Cross, 2006). Tasarımcılar, ürünlerinin tasarım kriterlerine uymasını, hedefe ulaşmayı ve hata payının azaltılmasını sağlayacak bir tasarım sürecini benimsemektedir. (Kalay,2004). Yıllardır uygulanmakta bulunan bu süreç birbiri içine geçmiş dört aşama bulunmaktadır (Nalbant, 2020):

- Problem Analizi,
- Çözüm Sentezi,
- Değerlendirme,
- İletişim.

Tasarım süreci, birbiri içerisine geçmiş birbirinden tam olarak ayrılmayan, kesin çizgileri bulunmayan birden fazla aşamadan oluşur. Farklı bir deyişle, bu belirsizlikler tasarım sürecinin aşamalara bölünmesini sağlar. Bu bölünmeler belirsizliklerin azaltılmasıyla ilgilidir. Tasarım süreçlerine dair yapılan incelemeler, tasarım sürecinin erken tasarım düşüncelerinden, uygulama sürecine kadar uzanan geniş bir yelpazede benzer evreler tanımlar. Analiz, sentez ve değerlendirme olmak üzere üç ana başlık olarak değerlendirilmektedir. Tasarımın amacının belirlenmesi, analiz sürecinde verilerin

toplanması ve mevcut bilgilerin irdelenmesi yer almakta; sentez sürecinde de çözüm önerileri olarak alternatiflerin oluşturulmasıdır. Oluşturulan alternatiflerin belirli kriterler dahilinde sıralanıp uygun olana karar verilmesi de değerlendirme aşaması olarak kabul edilmektedir (Nalbant, 2020).

Asimov, tasarım sürecini aynı süreçte fakat iki farklı boyutta ilerlediğini belirtmiştir. Bu boyutları yatay ve düşey strüktür olarak açıklamaya çalışmıştır. Soyut kavramdan başlayarak giderek tasarım sorununun somuta yaklaştırılmasıyla düşeyde gelişen her ilerleme yatayda analizle başlayıp, sentez ile gelişen, iletişim ve değerlendirme ile devam ederek, geri besleme ile düşeyi besleyen sarmal olarak gelişim göstermektedir (Watts, 1966). (Şekil 3.6)



Şekil 3.6. Asimov'un tasarım sürecine dair ikonik modeli (Rowe, 1999)

Markus (1972), soyuttan (genel) somuta (özel) doğru gelişen bir hat üzerindeki evrelerde tasarım sürecini analiz, sentez, değerlendirme ve karar verme aşamasının yinelenerek tekrar eden bir hat üzerinde açıklar. Tasarım sürecinin başlangıç kısmındaki belirsizlik durumunun belirli ve kesin hale gelmesi, tekrarlarla oluşan bir sürecin uygulanmasıyla ulaşılabilir (Markus, 1972).

Archer (1984), tasarımın zaman bakımından çakışık olabilecek altı farklı süreçten oluştuğunu belirtmektedir. Tasarım aşamasında zorluk veya belirsizlikle karşılaşıldığında geri beslemelerin ve geri dönüşlerin yapılabildiğini belirtmekte ve süreçte veri toplama, çözümleme (analiz), birleştirme (sentez) ve geliştirme süreçleri ve bunların aralarında oluşturulan döngüsel bir sistem önermektedir. Süreçler incelendiğinde;

Programlama süreci: Tasarım probleminin tanımlanması, önemli kısımların belirlenmesi, çalışma planının oluşturulması, zaman yönetiminin oluşturulması, maliyet tahminlerinin yapılmasıdır.

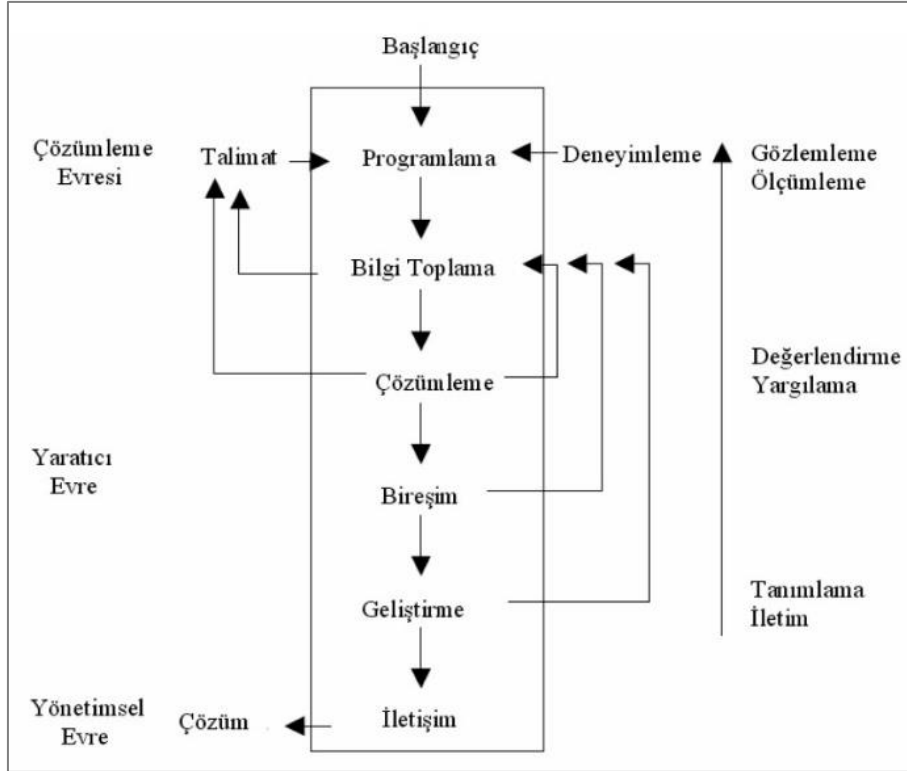
Veri toplama süreci: Verilerin toplanması ve düzenlenmesi, girdi verilerinin oluşturulmasıdır.

Analiz süreci: Alt problemlerin belirlenmesi, süreçteki gereksinimlerin ve önceliklerin belirlenmesidir.

Sentez süreci: Tasarım fikirlerinin oluşturulması, fikirlerin kriterlere uygunluğunun belirlenmesi ve kontrol edilmesidir.

Geliştirme süreci: Oluşturulan alternatiflerden seçilen alternatifin tasarım fikrindeki eksiklikler giderilmekte ve oluşan problemlerin çözümlenerek fikrin çalışmasının sağlanmasıdır.

İletişim süreci: Sonuç ürüne yönelik verilerin hazırlanmasıdır (Şekil 3.7) (Archer, 1984).



Şekil 3.7. Archer'ın ürün tasarımına yönelik modeli (Archer, 1969)

Lawson (1980), tasarım süreciyle ilgili yapılmış birçok araştırmanın üç ana kademedен oluştuğunu ifade etmektedir; analiz (çözümleme), sentez (birleştirme) ve değerlendirme. Bir bütün olarak ele alındığında tasarım sürecinin başından sonuna kadar süreçte bahsedilen üç ana aşamanın birbirini izlemesi gerekliliğini fakat uygulamada sıralı bir şekilde düzenin pek de olağan olmadığını belirtir. Uygulamada tasarım evrelerinin esnek ve dinamik olduğunu, ardışıkta olmadığını ifade eder.

Erken tasarım evresi kavramsal tasarım olarak da adlandırılmaktadır. Bu evrede tasarım eylemini parçalara ayırmış ve analiz kısmının tasarımın bütün aşamalarında olduğunu, sentezinde evrenin erken döneminde mevcut olduğunu belirtmektedir. Geleneksel tasarımda erken tasarım evresi, tasarım probleminin oluşturulan tasarım detaylarının daha az tanımlı, belirsiz nitelikte bulunduğu bir aşamadır. Tam olarak kurgulanamayan tasarım problemine ve yeterli seviyede bilgi edinilemeyen tasarıma rağmen, erken tasarım evresinde alınan kararlar tasarım süreçlerinin ilerleyen aşamalarında alınacak olan kararların çok önemli bir bölümünü doğrudan etkilemektedir (Nalbant, 2020).

evresinde ara ürünler oluşturur ve alternatifler üzerinden değerlendirme yapılarak seçimler oluşturulur. Alternatiflerin oluşturulmasıyla tasarım eylemi gerçekleşir, tasarım probleminde detaylara inerek farklı çözümler oluşturulur ve ana kararları almak erken tasarım evresinde yapılması gereken tasarım eylemleridir. Erken tasarım evresinin iyi bir şekilde tamamlanması sonuç ürünün başarılı olmasını sağlar.



4. ALGORİTMİK VE PARAMETRİK TASARIM

Mimari tasarım sürecinde diğer disiplinlerden farklı olarak; problem çözmede hedeflere yönelik alınan bireysel kararlar yoluyla sonuç ürün oluşturulmaktadır (Akın, 1978). Bu süreç sezgisel veya bireysel biçiminde tanımlansa da, tasarım problemi sonuçta bilinçli veya bilinçsiz olarak alınan kararlar ile çözülmektedir. Bundan dolayı tasarım problemlerinin algoritmik bir tarafı bulunmaktadır (Çolakoğlu, 2000).

Günümüzde, son dönemlerdeki kuramsal yaklaşımlar inceleme alanı olarak; tasarımcıların bilgilerini ve bu bilgilere dair işlemleri içeren algoritmik olarak bakış açısı etkilemektedir. Bu yaklaşım mimari tasarımda da bilgisayar kullanım sürecinin tasarıma dahil olmasına neden olmuştur. Tasarım algoritmalarının çözümlenmesi ve bilgisayara aktarılabilecek şekilde getirilen bilginin, dijital ortamda bulunan uygulamalarla tasarımcıların kullanabileceği şekilde uygulanması ile tasarımcıların karar verme süreci farklılaşmıştır (Özen Yavuz, 2011).

Analiz (çözümleme) ve sentezi (birleştirme) için oluşturulan algoritmik sistem, tasarım probleminin çözümü için ortaya konulan kurallar ve kısıtlayıcılar dahilinde çözer, oluşturulabilecek alternatifler araştırılır ve tasarımcılara karar verme süreçlerinde kolaylık oluşturur. Bilgi tabanlı sistemler karar verme süreçlerinde ve alternatif oluşturma aşamalarında tasarımcıya yardımcı olmayı amaçlar (Özen Yavuz, 2011)

Tasarım algoritmalarının tanımlanabilir hale getirilmesi, izlenecek adımların çözümlenmesiyle mümkün olmaktadır. Bu şekilde tasarım aşamaları anlatılabilir, öğretilir ve müdahale edilebilir olabilmektedir. Algoritmaların tanımlı hale getirilmesi için çalışan yöntemlerden biri de kural tabanlı tasarımdır.

Algoritmaların kullanılması tasarımın anlatımında ve anlaşılmasında daha derin yönleriyle değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bunun için tasarımcının tasarımı yaparken zihinsel süreçlerinin takip edilebiliyor olması gerekmektedir. Bundan dolayı tasarımcıların tasarımlarını hangi şekillerde geliştirip dışsallaştırdığı ve araçlardan hangilerini kullandığı önemli hale gelmiştir. Özellikle zihinsel sürecin yansıması olarak görülen, geleneksel bir anlatım aracı şeklinde tanımlanan eskiz aşaması çalışmalarda detaylı olarak incelenmiştir. Çalışmaların birçoğunda eskizin temel amacı tasarım probleminin çözümünde tasarımcının

geçirdiği zihinsel süreçleri dışsallaştırarak kendisiyle iletişim kurma arzusu olarak belirtilmiştir (Özen Yavuz, 2011).

Schon ve Wiggins (1992) bu aşamayı şöyle ifade etmektedir: Eskizin tasarımcı tarafından sadece dışsal hafıza şeklinde değil, aynı zamanda düşünme süreçlerinin yeniden değerlendirildiği ortam olarak değerlendirir. Tasarımcı beklenmeyen durumlarda önceki çalışmalara geri döner. Böylece eskizler, tasarımlara dair düşüncelerin inşa edildiği bir fiziksel ortama dönüşür (Suva ve ark., 1998).

Eskiz aşamalarında, tasarım problemlerinin çözümü sırasında genel olarak geleneksel şekliyle kâğıt kalem kullanılırken, bununla beraber günümüzde bilgisayar destekli tasarım araçları da kullanılmaktadır. Tasarım süreçlerinde elde edilen verilerin, kuralların ve kısıtlayıcıların, bunlarla birlikte aralarındaki işlemlerin tanımlanmasıyla elde edilecek tasarım algoritmalarının bilgisayar destekli tasarım araçlarına aktarılabilir şekilde net olması gerekmektedir. Bilgisayarların, bilgi tabanlı sistemlerin ve tasarım araçlarının “düşünce için bir araç” şeklinde kullanılması, geleneksel tasarım anlayışlarından farklı bir biçimde, tasarımcılara çok hızlı ve fazla sayıda alternatif çözümler sunar. Bu süreçlerde üzerinde durulan nokta ise tasarım algoritmalarının tasarımcılar tarafından üretilmesinin gerekmesidir. Bilgi tabanlı sistemlerin ve bilgisayar araçlarının tasarım süreçlerine hem hız olarak hem de alternatifler sunması bakımından; karşılaştırma, depolama ve türetme gibi özellikleri kullanılmaktadır (Özen Yavuz, 2011).

Algoritma bir problemin çözümü için tanımlı kurallar seti veya bir formüldür. Bir algoritma setinin kesin kuralları ve açık bitme noktası bulunması gereklidir. Her tür semantikte algoritmalar ifade edilebilir. Bu semantikler Türkçe, İngilizce, Fransızca gibi doğal diller veya “BASIC”, “C” gibi bilgisayar programlama dilleri de olabileceği gibi mimari teknik dil de olabilmektedir. Algoritmalar gün içerisinde her an kullanılabilen bir araçtır. Basit bir ifade ile kek tarifi dahi algoritma olabilmektedir. (Harel, 1992)

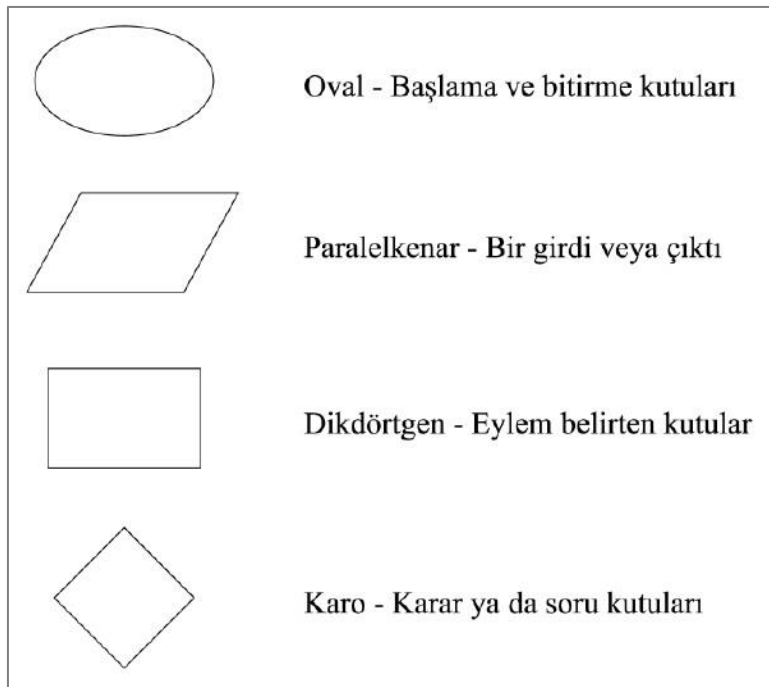
Algoritma, bir problemin sonlu sayıda adımlarla ele almadır. Bir problemi ya da bir sorunun bir bölümünü çözmek amacıyla olası çözümlere karşın rastlantısal sonuçların oluşturulmasını sağlayan yöntemdir. Bunu yaparken sorunların kodlanması ve tanımlanması, tutarlı, sonlu bir dizi ve rasyonel adımlar yoluyla oluşturulur (Terzidis, 2006)

Algoritma, tasarım problemlerinin çözümüne dair süreçleri adımlara bölen bir uygulamadır. Tümevarım, tümdengelim genelleme, soyutlama ve mantığın algoritmik olarak strüktüre edilmesini barındırır. Sistematik bir oluşumdur. Algoritmik stratejiler, tekrarlamalı biçim düzeni, uluslararası prensipler ve değiştirilebilir modülleri kullanır. Algoritmaların gücü, bilgilerin oluşumu ve insanların zihnine ulaşma yetilerine bağlıdır (Terzidis, 2004). Algoritma kavram olarak araştırmalarda dijital teknolojik araçlarla ilişkilendirilmiş ve bunlara yönelik açıklanmaya çalışılmıştır.

Algoritmaların bazı şartları bulunmaktadır. Bunlar;

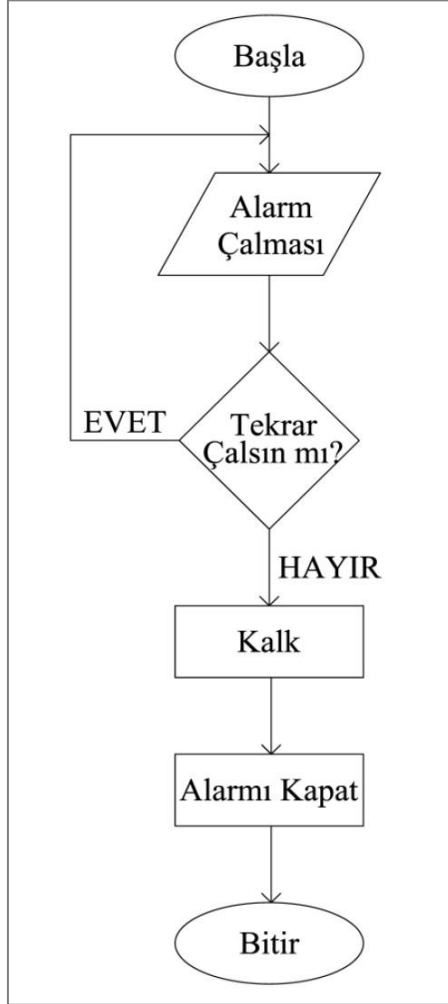
- Girdi: Sıfır veya başka bir değer dışarıdan belirtilmelidir.
- Çıktı: En az bir değer üretilmelidir.
- Açıklık: İşlemler yani komutlar açık ve net olmalı, farklı anlamlar içermemelidir.
- Sonluluk: Olasılıklar için algoritma sonlu bir adımda bitmelidir.
- Etkinlik: Komutlar basit bir şekilde olmalıdır (Kutsal, 2009).

Akış diyagramı; basit olarak oluşturulan algoritmaları açıklamak, düşüncelerin basit grafik dillerle anlatılmasını sağlar. Kısa metinler ve sembol setlerinden oluşur. Birçok bileşeni olan algoritmalar belirli sayılardaki sembol ve yazı dizimleriyle anlatılabilmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Algoritmik akış diyagramlarında kullanılabilecek şekiller (Çıltık, 2008)

Sabahları kalkmak için oluşturulan işlemin, bir butona basılarak alarmin ertelenmesi algoritmik akış diyagramı örneğidir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Basit bir algoritma işleyişi (Nabiyev, 2005)

Ancak birçok problem daha basite indirgenemeyecek ve basit diyagramlarla anlatılamacak biçimde karmaşık yapılara sahip olabilmektedir. Tasarım süreci bu karmaşık yapıya sahip problemlerden bir tanesidir. Kompleks sistemler çözümlenmesinin olanaksız olduğu düşünülen sistemlerdir. Kompleks sistemlerin girdileri ve girdilerin ortaya koyduğu sonuçların belirsizliği tasarım kavramı ile örtüşmektedir. Günümüzde bu sorunlara uygun yanıtların verilememesi tasarım süreçlerinin şeffaflaştırılma denemelerinin bırakılması anlamına gelmemektedir. Kompleks sistemlerin çözümlenmesine yönelik en uygununun algoritmik düşünme sistemi yöntemi olduğu belirtilmektedir. (Goldenberg ve diğerleri, 2003).

Algoritmik tasarım, mimari tasarım sürecinin ve strüktürün incelendiği bir düşünsel çerçevedir. Terzidis (2004), tasarım sürecinde algoritmik düşüncenin etkisini şu şekilde ifade etmektedir; algoritmalar mantıksal ve matematiksel modellerin kullanılarak tasarım çözümlerinin oluşturulduğu bir süreçtir. Algoritmik tasarımdaysa, bina kodu, tipoloji ve dil gibi mimari tasarıma özgü kural tabanlı mantık ile oluşturulmuş mekan ve biçim için algoritma oluşturmayı içerir. Algoritmik kodlar ile oluşturulan strüktüralist, mantıklı, parçalanabilir ve tutarlı üç boyutlu biçimler tasarım kodları ile bilgisayar ortamlarında oluşturulabilir.

Mimari tasarım sürecinde kullanılmak üzere algoritmik tasarım yöntem olarak seçildiğinde beraberinde dijital, üretken ve parametrik tasarım kavramları da söz konusu olabilmektedir (Yazıcıoğlu, 2020).

Algoritmik tasarımda, parametre olarak tasarım süreçlerine dahil olan veriler; süreçte tek başlarına etkin olmalarına ek olarak, verilerin algoritma olarak yönetilmesi söz konusu olmaktadır. Bu bakımdan algoritmik tasarım mimari tasarım sürecinde şu imkanları sunmaktadır:

- Çoklu veri kontrolü,
- Eş zamanlı tasarım,
- Kendini güncelleyebilme,
- Esneklik.

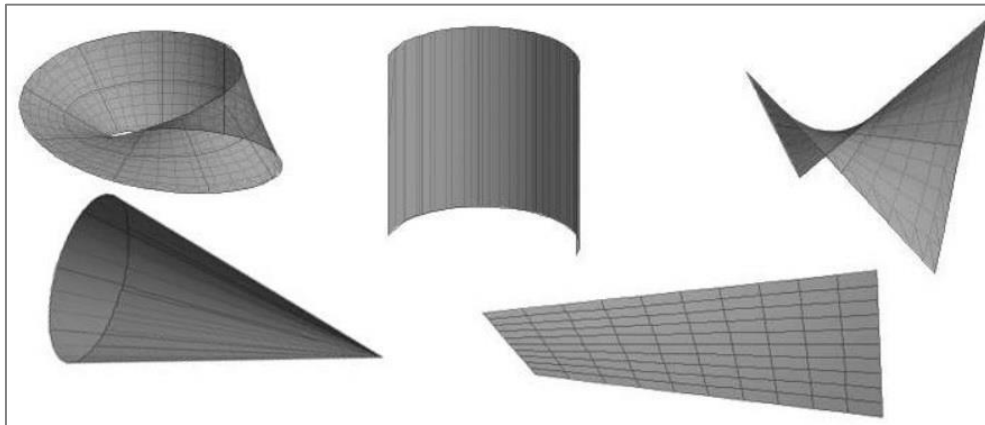
Çoklu veri kontrolü: Bilgisayar destekli olan dijital tasarım araçlarında ana prensip her yazılımda bulunduğu gibi algoritma kurgusu ile işlemesidir. Bu tasarım araçlarında genel kurgu, tasarımcıya fonksiyonları ve belirli nesneleri çözüm için hazır bir şekilde vermektir. Mimari tasarım sürecini bütüncül bir şekilde sürdürmek isteyen tasarımcı, kendi fonksiyon ve nesnelerini üretip algoritmik bir şekilde yönetmeye ve yönlendirmeye başladığı zaman, yazılımı etkin bir şekilde çözümlemeye başlamakta böylece hedefine ulaşmaktadır (Çolakoğlu, 2007).

Eş zamanlı tasarım: Algoritmik tasarım sistemine algoritması oluşturulan verilerin yüklemesi yapıldıktan sonra sistemin çalıştırılmasında tasarım veri ve girdileri eş zamanlı bir şekilde dijital ortamda işlenerek mimari tasarım ürünlerine ulaşılmaktadır.

Kendini güncelleyebilme: Üretici algoritmalar kullanılarak oluşturulan parametrik tasarımlarda, birkaçı birlikte veya tek olarak eklenen sistem verileri ya da veri parçaları, yazılan algoritmaya uyarak işlemekte ve üreyerek tasarım bütününe meydana getirmektedir. Bütünün oluşturulduğu tasarımda, bir verinin veya girdinin değiştirilmesi ile algoritmik tasarım, algoritma oluşumunun ana prensibini bozmadan, başa dönüş yapmadan, değişerek tasarımı güncelleyebilmekte; kendini güncelleyebilme tasarımcılara performans ve zaman kazandırmaktadır.

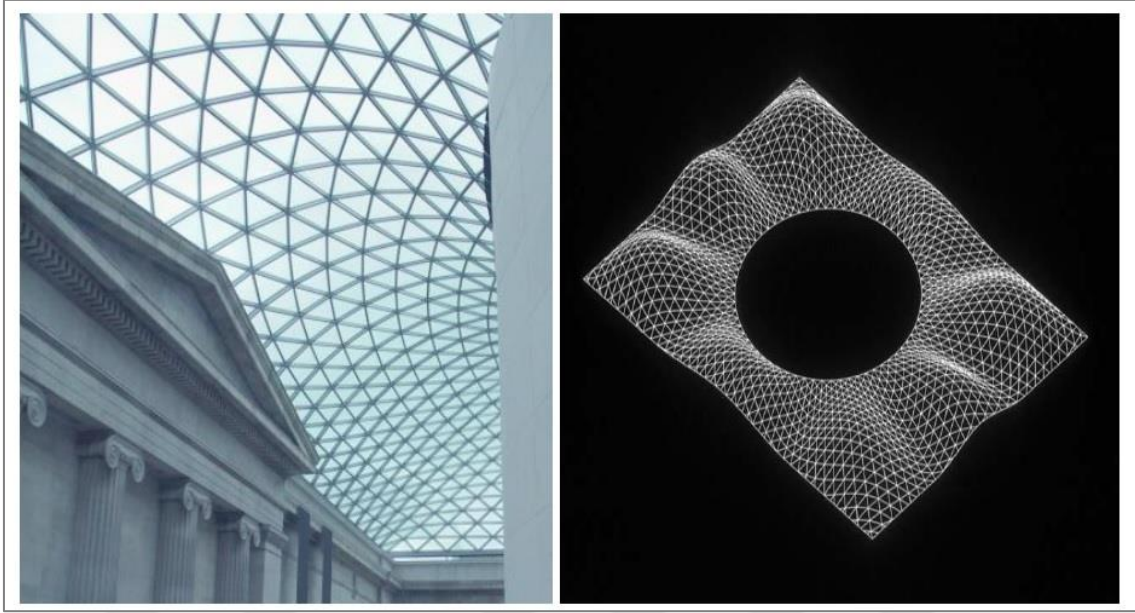
Esneklik: Gelişen dijital tasarım araçlarıyla birlikte öklidyen olmayan ve organik formlu, farklı yüzeyleri bulunan tasarımların çizimi kolay hale gelmiştir. Dijital imkanların desteği ile üretken algoritmik tabanlı sistemler ve tasarımlar bilgisayarlarda yapılarak, tasarımların birçok alternatiflerle üreyebilmesi, yalnızca formun değil aynı zamanda veri ilişkilerinin, tasarım süreçlerinin de tasarlanabilmesi imkanını doğurmuştur (Mendilcioğlu, 2017).

Mimari tasarım sürecinde, parametrik tasarımlarda girdi şeklinde oluşturulan parametrelere verilen değerlerle oluşturulan tasarımlardır. Bu girdilerin parametre değerlerinin değiştirilmesi ile farklı tasarımlar oluşturulur. Parametreler arasında ilişkiyi tanımlamak için eşitlikler, denklemler gibi yöntemler kullanılır. Bu tasarım yöntemi ile farklı tasarımlar oluşturulur (Şekil 4.3).



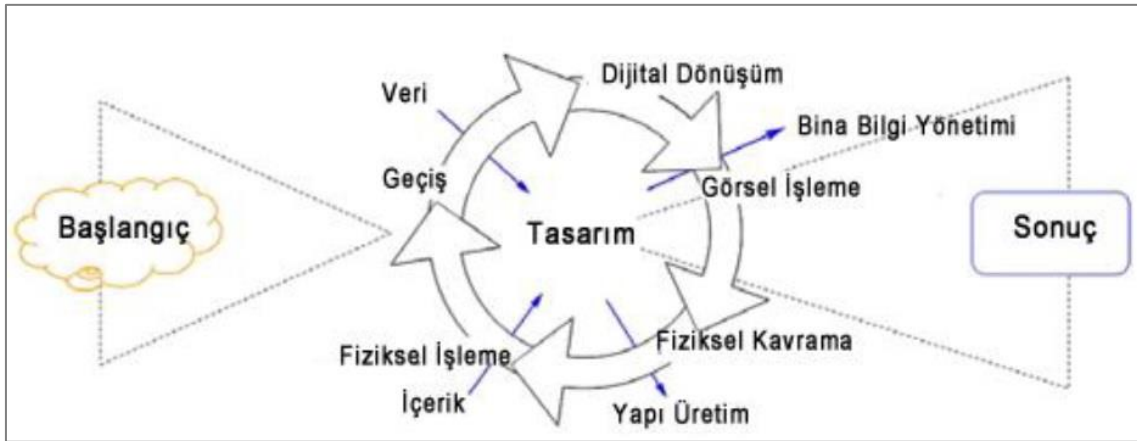
Şekil 4.3. Kurallı yüzeyler (Panchuk, 2006)

Parametrik tasarımda bulunan nesneler arasındaki ilişki açıkça belirtilmekte ve nesneler arasında ilişki kurulmaktadır (Şekil 4.4). Oluşturulan bu durum alternatiflerin üretildikten sonra kolay bir şekilde değiştirilebilmesini ve aynı zamanda dönüştürülebilmesini sağlamaktadır (Oxman, 2006).



Şekil 4.4. British Museum çatı örtüsü (Woodbury, 2006)

Tasarımcı tasarımını oluşturmak amacıyla kullanılan parametrik tasarım sistemi içinde geometrilerini, geometrik sınırlarını ve boyutlarını belirler. Model oluşturmada parametreler işlemi bütün olarak ele alır böylece bir parametre değişikliğinde işlem model güncellenerek ardışık düzen içerisinde kendisini yeniler (Şekil 4.5) (Utanır, 2007).



Şekil 4.5. Parametrik tasarım döngüsü (Schnabel ve Karakiewicz, 2009)

Parametrik tasarımda, tasarımı oluşturacak veriler parametreler olarak belirlenir. Her bir parametre ve parametreler arası ilişki geometrik ve sayısal olarak tanımlanır. Bu parametrelerde ve parametreler arası ilişkilerde yapılacak olan bir değişiklik ilişkili olan tüm parametrelere yansır. Parametreler arasındaki ilişkisel durumla modelde yapılan değişiklikler

hızlı bir şekilde gerçekleşir. Parametrelerde yapılan değişiklikler, tasarımda alternatiflerin oluşmasını sağlar (Avinç, 2016).

Kolarevic'e göre parametrik tasarım, form ve biçimin değil belli tasarımların parametresidir. Parametrelere farklı değer verilerek farklı nesneler ya da varyasyonlar oluşturulabilir. Nesneleri ve aralarındaki ilişkileri belirtmek için denklemler kullanılır; bu şekilde ilişkisel geometriler tanımlanır. Genellikle parametrik tasarım geometrinin algoritmik ve işlemsel bir tanımına gerek duyar. Buradaki algoritmik değişkenler yazılımlar kullanarak birçok değişken tarafından sınırlandırılmış matematiksel modelleri barındırır. Parametrik tasarım (Şekil 4.6), sonsuz değişkenlikteki potansiyellerin araştırılarak sabit çözümleri reddedilmesini gerektirir. Parametrik tasarım yöntemi ile oluşturulacak tasarım ürünleri birçok model alternatiflerinin içerir ve öngörüleminin kontrollü bir şekilde yönetilmesini sağlar (Kolarevic, 2003).

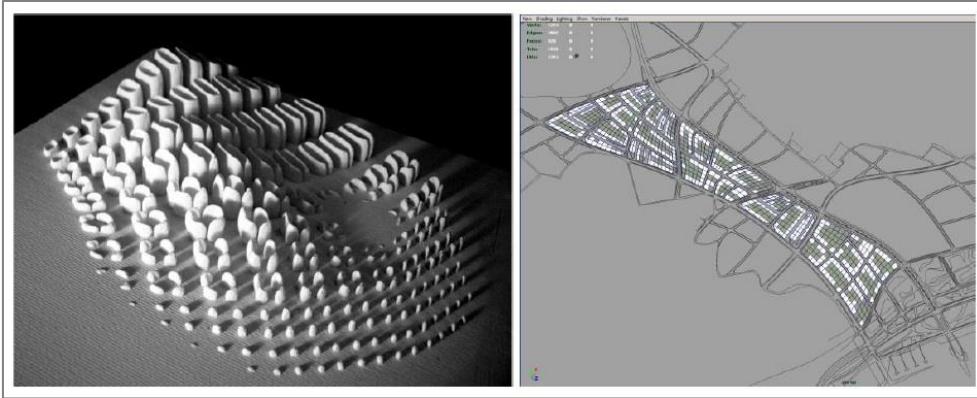


Şekil 4.6. Form ölçeğinde parametrik tasarım örneği, Walt Disney konser salonu (Baykara, 2011)

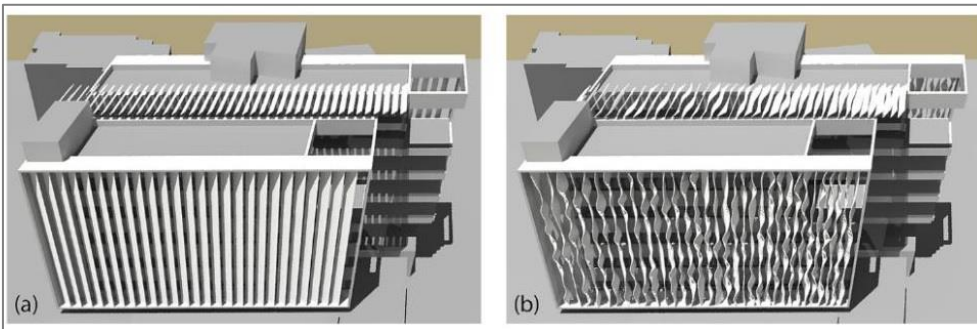
Tasarımların belirlenen parametreler üzerine kurgulanmasıyla parametrik tasarım oluşturulur. Mimari tasarım süreçlerine bakıldığında parametrik tasarım birçok kısımda kullanılmaktadır. Kullanım alanlarına bakıldığında; insan akış yoğunluğu, rüzgar şiddeti, iç mekan tasarımları, strüktür tasarımı, fiziksel mekanda ışık ve ses ölçümü, birçok farklı alanda optimizasyon ve analizlerde, yapı tasarımları gibi birçok alana da uygulanmaktadır (Şekil 4.7-4.12) (Özsel Akipek, 2004).



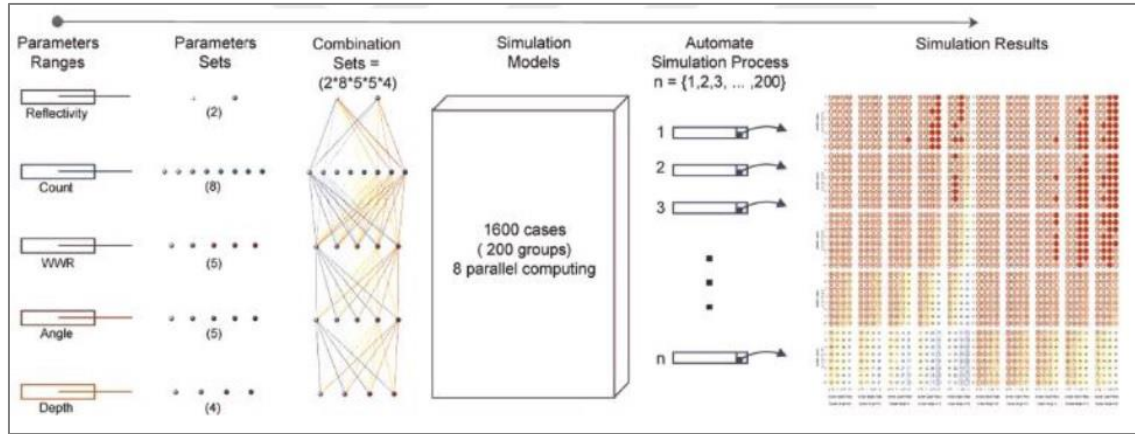
Şekil 4.7. İç mekanda parametrik tasarım örneği (Öner, 2019)



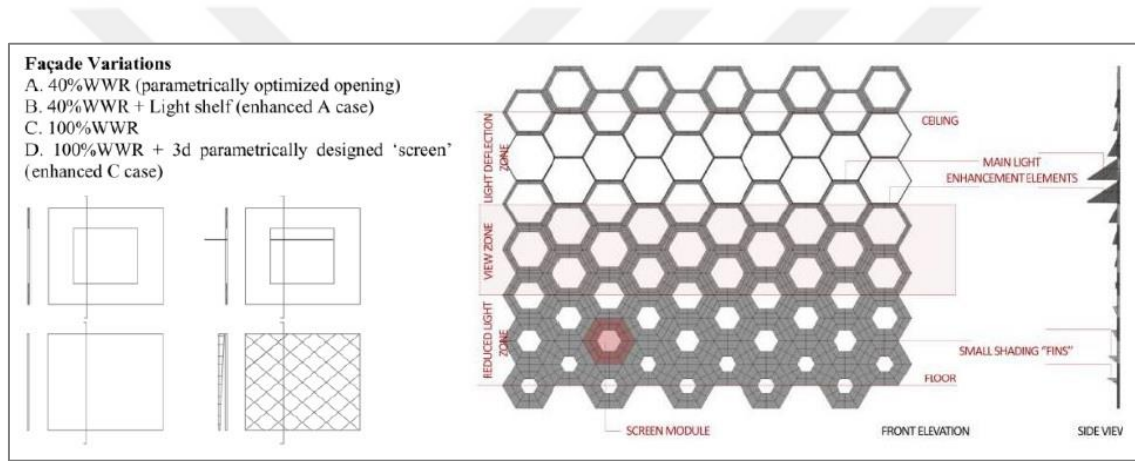
Şekil 4.8. Kentsel ölçekte parametrik tasarım örneği, Pendik kentsel tasarım projesi (Baykara, 2011)



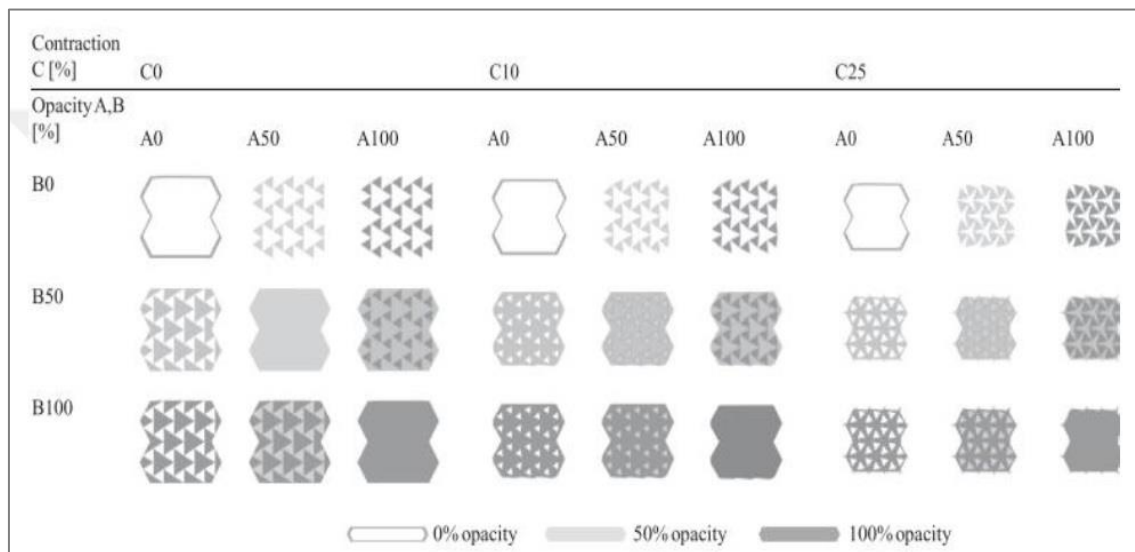
Şekil 4.9. Gölgeleme bileşeninin optimizasyon örneği (Ercan & Elias-Ozkan, 2015)



Şekil 4.10. Olası kombinasyonları hesaplamak için parametrik algoritma (Wagdy & Fathy, 2015)



Şekil 4.11. Gölgeleme bileşeni konsepti ve bileşen geometrisi parametrik tasarım örneği (Brotas & Rusovan, 2013)



Şekil 4.12. Çeşitli gölgeleme konfigürasyonu (Pesenti, Masera, & Fiorito, 2015)

Tasarımcılar parametrik sistem oluşturmada önce oluşturulacak sistem için tasarımın özelliklerini, kısıtlamalarını ve tasarım bilgilerini irdelerek birbirleri arasında entegre olacak şekilde düzenlemelidir. Çünkü her tasarımda izlenecek yol ve yöntem kullanılacak veriler farklı olacağından dolayı tasarımların her biri için farklı parametrik yöntemler kullanması gerekmektedir (Baykara, 2011).

Tasarımcının oluşturacağı kurallar ve kısıtlar uygulama aşamasında değerleri değiştirilerek çözüm kümesi genişletilip daraltıla bilinir. Bu durum birçok alternatife tek bir model içerisinde ulaşmak istenirken karmaşaya sebep olur. Tasarımcılar düşünme süreçlerinde birçok kez değişiklik yapmaktadırlar. Bundan dolayı parametrik modelin belli aşamalarda değişikliklere izin verecek şekilde oluşturulması hem önu açık strateji olmakta hem de kolaylık ve hız sağlamaktadır (Şekil 4.13) (Baykara, 2011).

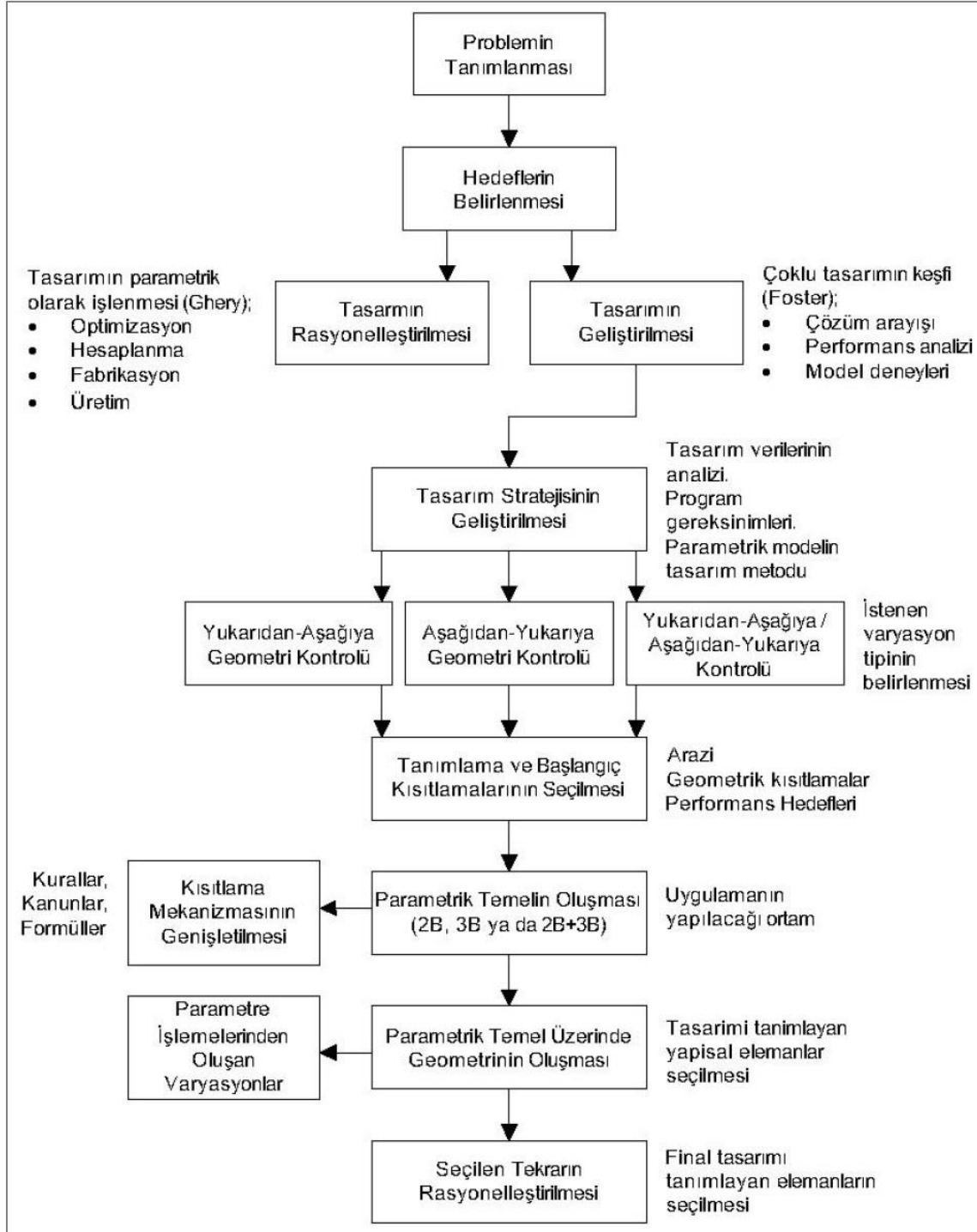
Bu stratejiyi iki ana kısımda inceleyebiliriz:

- Yukarıdan aşağıya kontrol,
- Aşağıdan yukarıya kontrol,

Bu yöntemler modelin oluşturacağı şekle ve yapılacak değişikliklere etki eder (Baykara, 2011).

Yukarıdan aşağıya yöntem: Bileşenler arasında hiyerarşik olarak katı bir düzenleme içeren yüksek yapılı yöntemdir. Bu yöntem kullanılarak oluşturulan sistemler kullanılan diğer elemanlara doğrudan bağımlıdır. Oluşturulan ilişkilere göre eleman silinmesi veya değiştirilmesi modelin çökmesine veya güncellenme ihtiyacı doğmasına sebebiyet verir (Baykara, 2011).

Aşağıdan yukarıya yöntem: Bu model hiyerarşik düzen ve içerikleri açısından daha esnek bir yaklaşım içerir. Elemanlar bağımsız ve farklı olarak düşünülür ve elemanlar ile birlikte bir bileşke oluşturulur. Belirlenen ilişkiler oluşumların temelini tamamladığı sürece, eklemeler ve değişiklikler modeli engellemeden etkisini gösterebilir. Böylece bu yöntem hem modelin güncellenmesini sağlar hem de değişikliklere izin verir (Baykara, 2011).



Şekil 4.13. Parametrik sistem oluşturma diyagramı (Gane ve Haymaker, 2007)

Tasarımcı tasarımda kullanılacak yönteme karar verdiğinde sonraki aşama tasarım içeriklerinin belirlenmesi olacaktır. Parametrik tasarım içerikleri altı ana başlıkta tanımlanabilir: Değişkenler, kısıtlamalar, bağımlılıklar, içerikler ve kurallar (Baykara, 2011).

Değişkenler: Değişkenler bağımlı değişkenler ve bağımsız değişkenler olarak ikiye ayrılır. Bağımsız değişkenler, değeri değiştirilerek aktif bir şekilde kontrol edilebilenler (örneğin üçgenin yüksekliği), bağımlı değişkenlerde değişen değerlerin sonuç ürünleridir (örneğin yüksekliği değişen üçgenin alanı). Değişkenlerin belirlenmesinde birçok yöntem kullanılabilmektedir (Baykara, 2011).

Kısıtlamalar: Mondero, araştırmalarında kısıtlamaları bir veya birçok birimin hareketlerinin sınırlandırılmasına bağlayan ilişkiler şeklinde tanımlar. Her kısıtlama tasarım aşamalarında alternatiflerin azalmasına neden olur (Şekil 4.14) (Mondero, 2000).

Eğer bir tasarımda yeterli sayıda kısıtlama bulunmuyorsa, eklenen parametrelerde tanımsızlıklar oluşur. Aynı bağlamda eklenen parametreler fazla kısıtlanmışsa yeteri kadar alternatif sunamaz. Kısıtlama biçiminin değerlendirilebilmesi için, tanımlanan bütün sınırlandırmaların özgür olunan noktadan en fazla sınır konulan noktaya getirilmesi böylece projenin süreç içerisinde gözlemlenmesi gerekir. Kısıtlamalar, oluşturulacak parametrik model ve sistemlerde çeşitlilik aralığının oluşturulmasına yardım eder (Baykara, 2011).

constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	
1	2	3	4	5	6	7	
constraint name	angle	length	radius	diameter	distance	tangency	parallelism
input type	numeric or formula derived variable	numeric or formula derived variable	numeric or formula derived variable	numeric or formula derived variable	numeric or formula derived variable	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship
applies to:	lines, ellipses, lines & ellipses	lines	arcs, circles, ellipses	circles, arcs, ellipses	all geometric elements	all geometric elements except points	lines, ellipses
constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	constraint representation	
8	9	10	11	12	13	14	
constraint name	fixed	horizontal	vertical	coincidence	concentricity	perpendicularity	symmetry
input type	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship	component dependent geometric relationship
applies to:	all geometric elements	lines, bSpline control point tangency direction,	lines, bSpline control point tangency direction,	points & any other geometric elements	arcs, circles, ellipses	lines, bSpline control point tangency direction,	all geometric elements and a symmetry line

Şekil 4.14. Kısıtlama örneği (Gane, Haymaker, 2007)

Bileşenler: Bileşenler, kısıtlamaların ve değişkenlerin bir araya gelerek oluşturdukları geometrik elemanlardır. Bu bileşenler, bir bağlam içerisinde biraraya getirilerek kullanılan bir dizi elemanlardır. Bileşen tanımlama sürecini, tanımlayıcı girdi de değişkenleri içerir. Bu bileşenlerin kullanıldıkları içeriklere göre örneklenerek değişmesi sağlanır (Baykara, 2011).

Kurallar: Formüllerin diğer değişkenlere ilişkilendirildiği üzere parametreler, dijital tasarım yaklaşımlarında gittikçe ana rolü oynamaktadır (Szalapaj, 2013).

Kurallar girdilerden içerik oluşturmak için kullanılır. Girdi tiplerindeki çeşitlilik, geometrik ve sayısal değişkenlerden başlar ve kısıtlayıcı başta olmak üzere diğer içeriklere de etki eder. Tasarım teması, geometrik topolojinin ve parametrik model davranışlarının karşılaştırma kurallarıdır (Şekil 4.15) (Gane ve Haymaker, 2007).



Şekil 4.15. Parametrik tasarım örneği Swiss-Re binası (Abel, 2004)

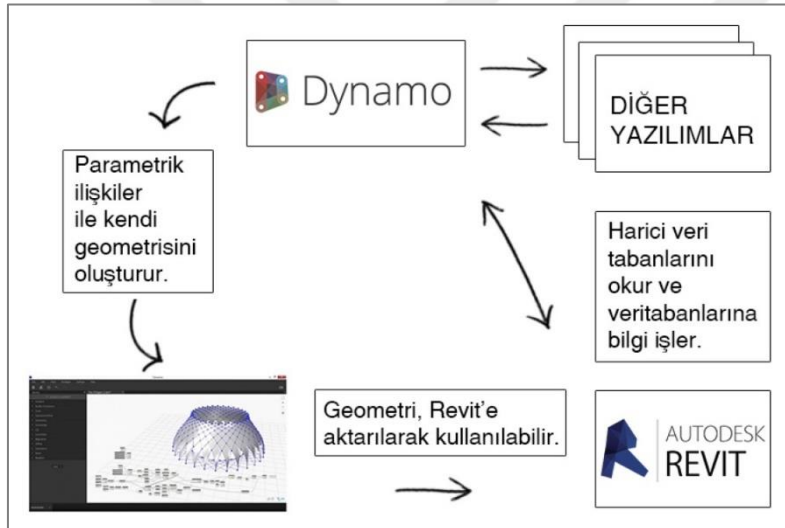
4.1. Algoritmik ve Parametrik Tasarımda Kullanılan Araçlar

Algoritmik ve parametrik tasarım uygulaması kapsamında birçok araç kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında algoritmaların ve parametrelerin organize edilmesi amacı ile kullanılacak olan iki yazılımdan bahsedilecektir. Bunlar;

Dynamo yazılımı

Dynamo aracı açık kaynaklı, algoritmik tabanlı revit programının içerisinde çalışan görsel programlama aracıdır. Dynamo, geometrileri kendi bünyesinde oluşturabildiği gibi Revit'teki geometrileri de referans alabilmektedir. Parametrik ve algoritmik tabanlı bir araç olarak Revit'in olanaklarını geliştirmektedir (Kensek,2014). Dynamo üç farklı şekilde veri oluşturabilmektedir (Şekil 4.16).

1. Parametrik ve algoritmik olarak geometrik modeller oluşturabilme,
2. Harici veri tabanlarından verileri alarak işleyebilme,
3. Revit programından veri alabilme ve Revit ile entegre çalışabilme.



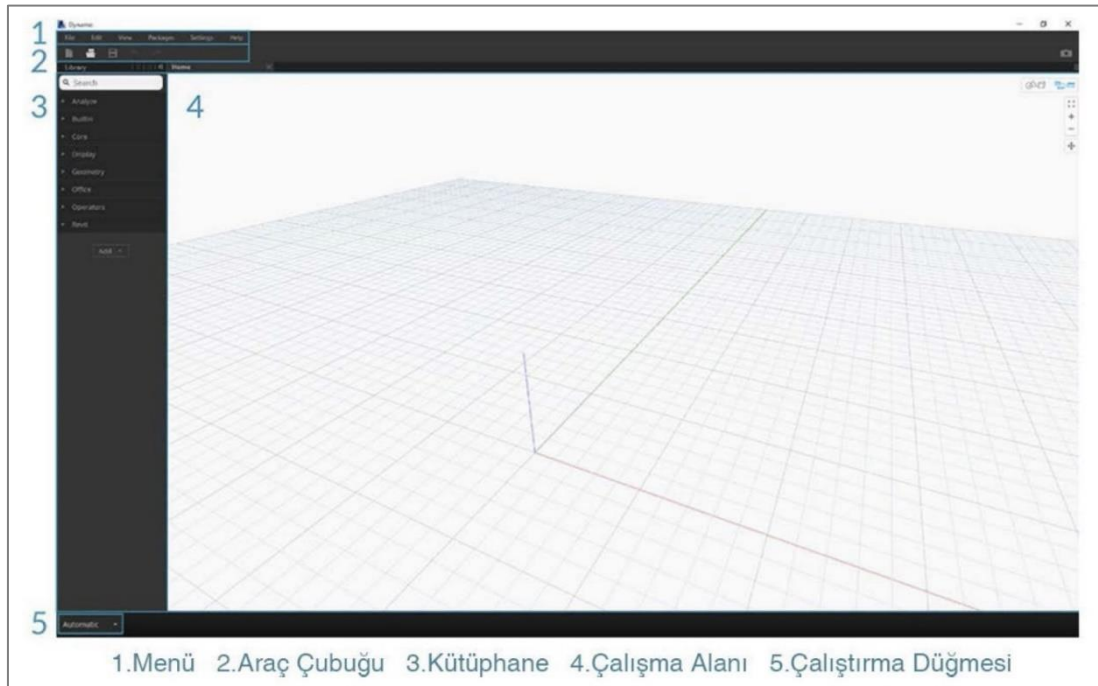
Şekil 4.16. Dynamo'nun diğer uygulamalarla olan ilişkisi (Bayraktar Sarı, 2018)

Dynamo sistemine Revit'ten veri çekilebilir aynı zamanda da Dynamo'dan Revit'e veri aktarıla bilinir. Aktarılan bu veriler parametreleri değiştirilerek düzenlenebilir veya farklılaştırılabilir bilinir.

Dynamo programının geliştiricileri kullanıcılar açısından en fazla yararı sağlamak amacıyla bazı ilkeleri takip etmektedirler. Bu ilkelerden birkaçı şunlardır:

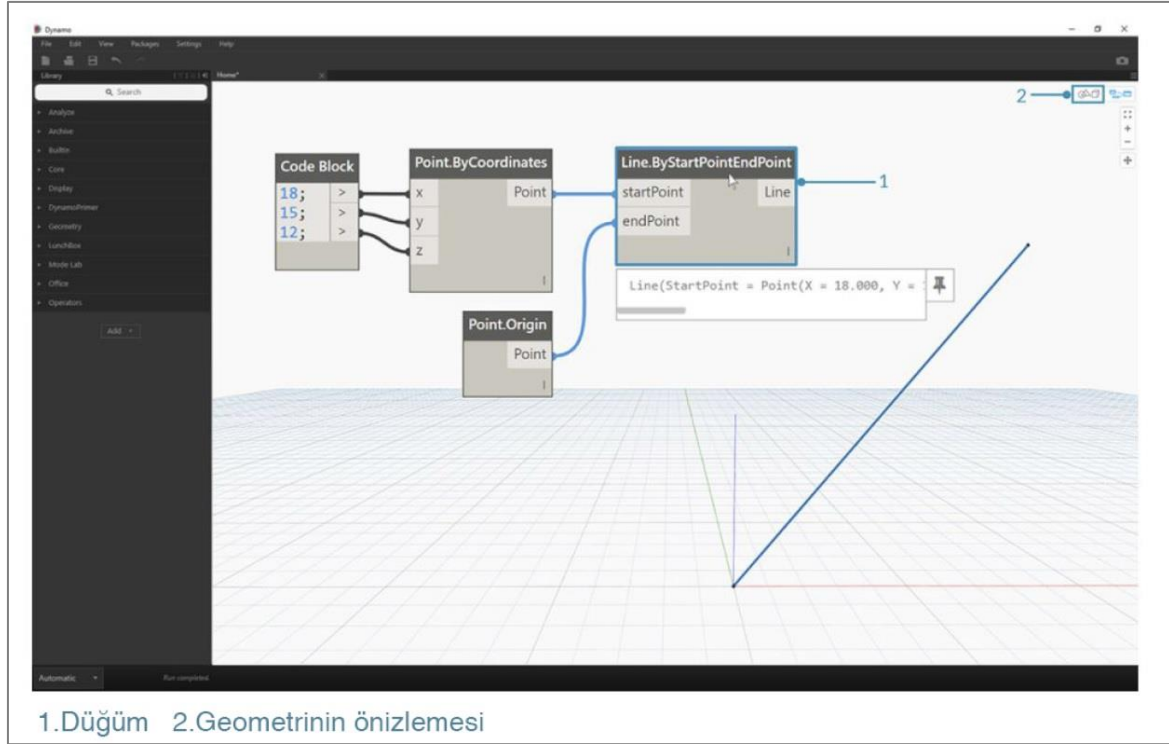
- Dynamo programı kullanıcılar tarafından geliştirilmeye açıktır. Kullanıcılar, kod bloklar oluşturabilir, güncelleyebilir ya da genişletebilir. Ayrıca oluşturdukları kod blokları paylaşabilir aynı zamanda paylaşılan kod blokları kullanabilir,

- Her şey bir grafiğin içerisine gömülmemelidir. Algoritma becerisiyle programcılar ve tasarımcılar tarafından kullanılan ayrı bir platform oluşturulmuştur,
- Kullanıcıların programa katkı sağlayarak Dynamo'nun temel işlevlerini ve konseptini anlayabilmeleri,
- Kullanıcılar kod blokları, grafiklerini ve görsellerini kolay bir şekilde düzenleyebilmeli ve organize edebilmelidir,
- Kullanıcılar tasarımlarında gerçek zamanlı analiz yapabilmelidir.



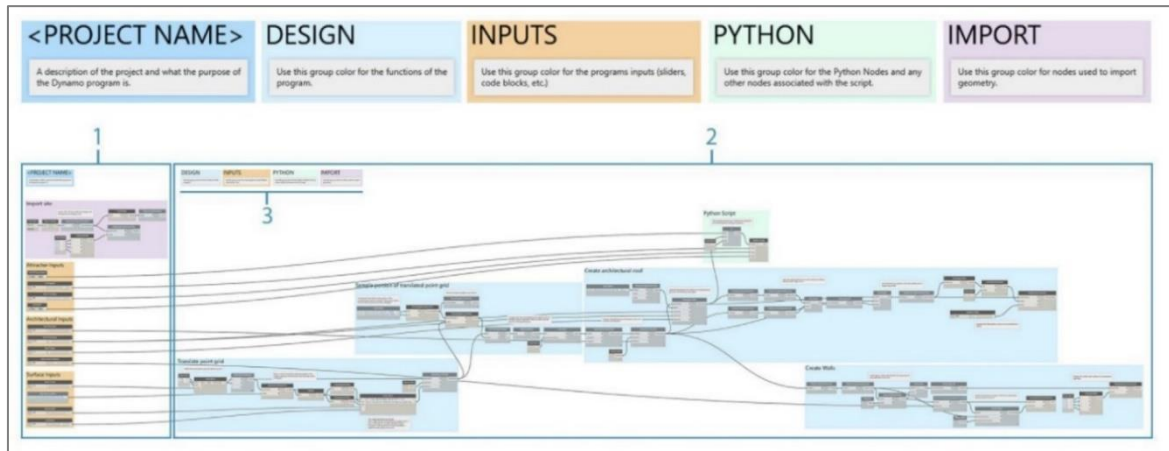
Şekil 4.17. Dynamo ara yüzü (Bayraktar Sarı, 2018)

Dynamo programının ara yüzü kullanıcılar için oldukça sade bir şekilde tasarlanmıştır (Şekil 4.17). Üst kısımda menü çubuğu, sol kısımda kod kütüphanesi ve arama çubuğu bulunmaktadır. Çalışma alanı ana pencerededir. Algoritmaları oluşturmak amacıyla kod bloklar ve kod blokları birbirine bağlayan kablolar kullanılır. Sol alt kısımda bulunan çalıştırma düğmesiyle yazılan kodlar çalıştırılır. Bu çalıştırma işlemi otomatik veya manuel olarak yapılabilir. Yazılan kodların çalıştırılması ile arka planda oluşturulan biçimlerle ilgili bir ön izleme oluşur.



Şekil 4.18. Yazılan algoritma ve oluşturulan geometri (Bayraktar Sarı, 2018)

Dynamo’da yazılan kodlar bir süre sonra karışıklığa sebep olmaktadır. Bunu önlemek amacıyla programda birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlere örnek olarak; kod blokların adlandırılması, bir veya daha fazla kod blokların gruplandırılması, yapılan gruplandırmaların farklı renklerle ifade edilmesi, grupların hızlandırılması, gruplara ve kod bloklara notların eklenmesi şeklinde verilebilir (Şekil 4.18).



Şekil 4.19. Kodların düzenlenmesi (Bayraktar Sarı, 2018)

Dynamo programı açık kaynaklı bir programdır. Kullanıcılar kod yazabilir (Şekil 4.19), paylaşabilir ve paylaşılan kodları indirerek kullanabilir. Kullanıcılar, Dynamo Package Manager koları paylaşabilir, paylaşılan kodları indirebilirler (Şekil 4.20).

Dynamo Package Manager
Share and discover workflows for Dynamo visual programming

1004749 INSTALLS **1258** PACKAGES **461** AUTHORS

Packages

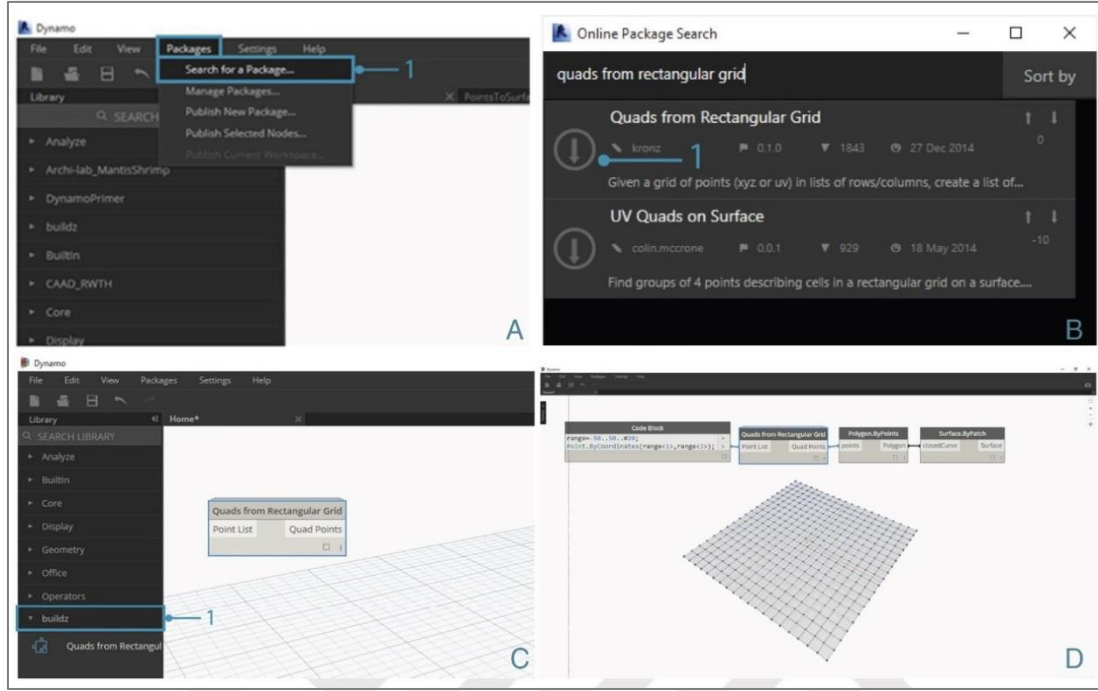
Newest	Most Recently Updated	Most Installed	Most Depended Upon
Conceptual Toolkit 3 days ago	spring nodes 7 hours ago	LunchBox for Dynamo 94830	LunchBox for Dynamo 37
EvolveLAB 2 weeks ago	Synthesize toolkit 21 hours ago	archi-lab.net 81235	archi-lab.net 37
Pieters 2 weeks ago	Konstru for Dynamo Yesterday	Clockwork for Dynamo 1.x 54323	Clockwork for Dynamo 1.x 31
Nawar 2 weeks ago	archi-lab.net Yesterday	spring nodes 44995	spring nodes 19
hinh_dang_thep_dai 2 weeks ago	CaribouReinforcement 2 days ago	Rhythm 38117	Rhythm 19
asfasdfasdasdsad 3 weeks ago	designtech 2 days ago	SteamNodes 31827	Quads from Rectangular ... 18
sdfsdfasdasdsdfgsf 3 weeks ago	JBNode 3 days ago	Rhynamo 24076	SteamNodes 18
CaribouReinforcement 3 weeks ago	Rhynamo 3 days ago	BumbleBee 19640	Evaluate Sun Directness ... 13

Authors

Most Voted For	Most Recently Active	Most Prolific	Most Installed
elayoubi.mostafa 45	FrantxoMOD 3 days ago	andydandy 139	andydandy 178667
j0hnp 15	alban.dechasteigner 2 weeks ago	monika_prabhu 42	archinate 127391
Gysaco 13	Vadim_Muratov 3 weeks ago	kronz 38	Konrad. ... haw-architects... 99550
thisistadybug 11	Figieggedtom 4 weeks ago	cpl ... ord.edu 36	julien_benoit 48411
dieter.verm ... esk.com 11	PauLtus 1 month ago	julien_benoit 35	dimitar.ven 45854
expertelite 10	Flaxolice 1 month ago	Konrad. ... haw-architects... 22	j0hnp 39864
mr ... tamu.edu 9	akotzambasis 1 month ago	colin.mccrone 19	ksobon 27610
kronz 9	18969958575 1 month ago	jnealb 14	DynamoTeam 23038

Şekil 4.20. Dynamo paket yöneticisi (Bayraktar Sarı, 2018)

Paylaşılan kodları indirmek için programın içerisinde bulunan Packages kısmından arama yaparak istenilen kodlar indirilerek programda kullanılır. Bu paketler program için eklenti gibidir. Bazı paketler örnek dosyalarda içerir. Bu durum kullanıcıların paketleri daha iyi anlamasını sağlar (Şekil 4.21, 4.22).

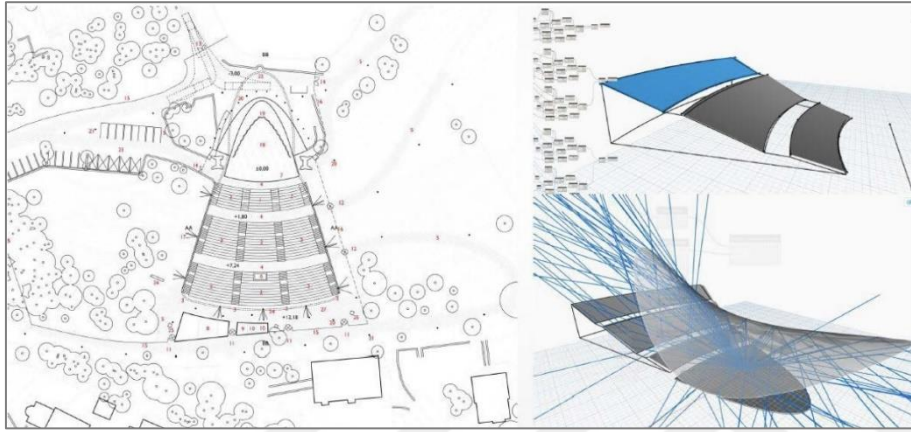


Şekil 4.21. Dynamo programında paketlerin indirilmesi ve kullanılması (Bayraktar Sarı, 2018)

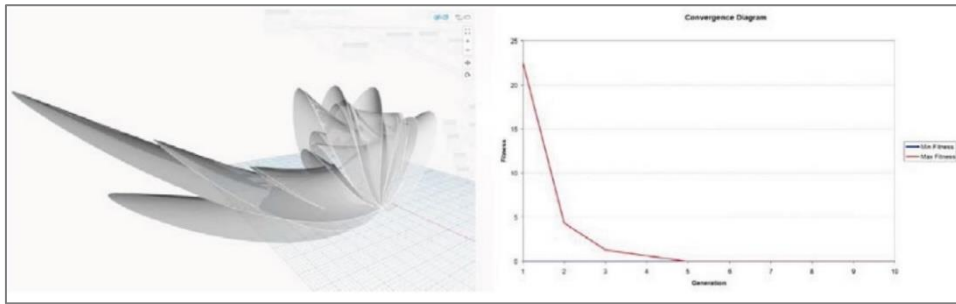
Paket İsmi	Yazarı	Paket Tanımlaması
archi-lab.net	Konrad Sobon	Revit etkileşimi için geliştirilmiş pratik düğümler kümesinden oluşmaktadır.
Lunchbox	Nate Miller	Tekrar kullanılabilir geometri ve veri yönetimi ile ilgili düğümler topluluğudur.
Clockwork	Andreas Dieckmann	Liste yönetimi, matematik ve geometriye dayalı işlemler ile ilgili çeşitli düğümler içermektedir.
Rhythm	John Pierson	Revit verilerinin daha akıllıca yönetilebilmesi için geliştirilmiştir.
SpringNodes	Dimitar Venkov	YBM odaklı iş akışlarını hızlandırabilecek düğümlere sahiptir.

Şekil 4.22. Dynamo paket örnekleri (Bayraktar Sarı, 2018)

Dynamo programının kullanım alanları oldukça geniştir. Erken tasarım evresinden proje teslim sürecine kadar birçok evrede kullanılmaktadır (Şekil 4.23-4.30). Projelerin farklı kademelerinde tekrar tekrar oluşan iş yüklerini ve harcanan zamanı en aza indirmektedir. Dynamo mekan planlama, parametrik tasarım, algoritmik tasarım, strüktür analizleri, geometrik temsil, performans analizleri, model ve yapı optimizasyonları ve veri paylaşımları gibi birçok alanda kullanılmaktadır.



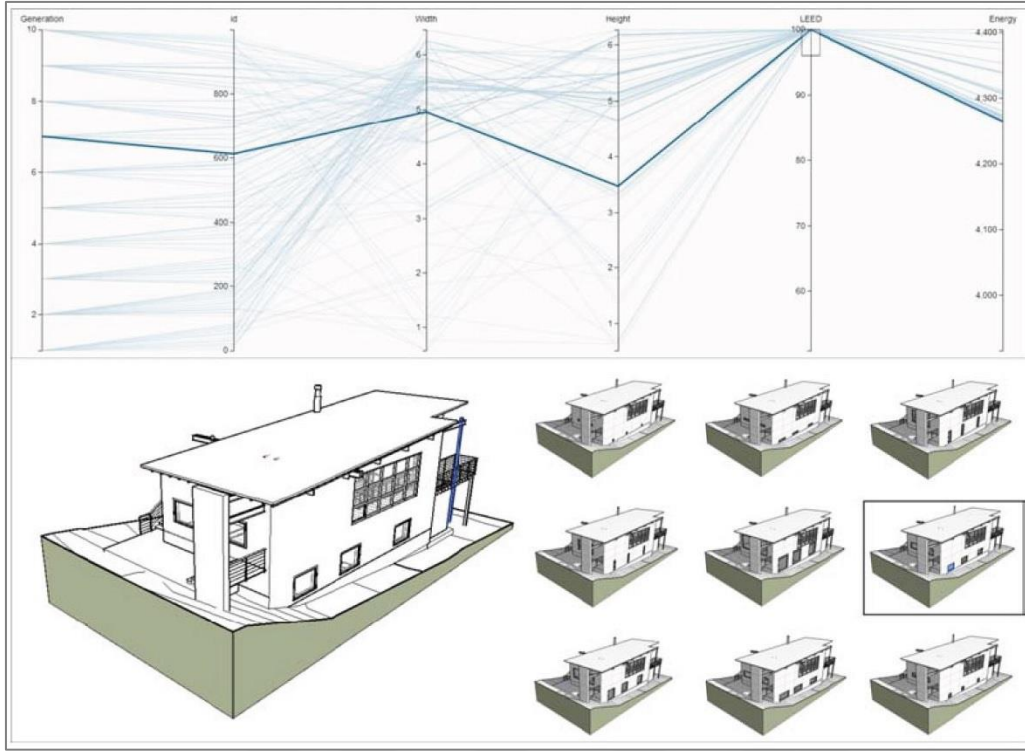
Şekil 4.23. Ses ışınlarının ve yüzeylerinin oluşturulması (Hudson ve Strathaus, 2015)



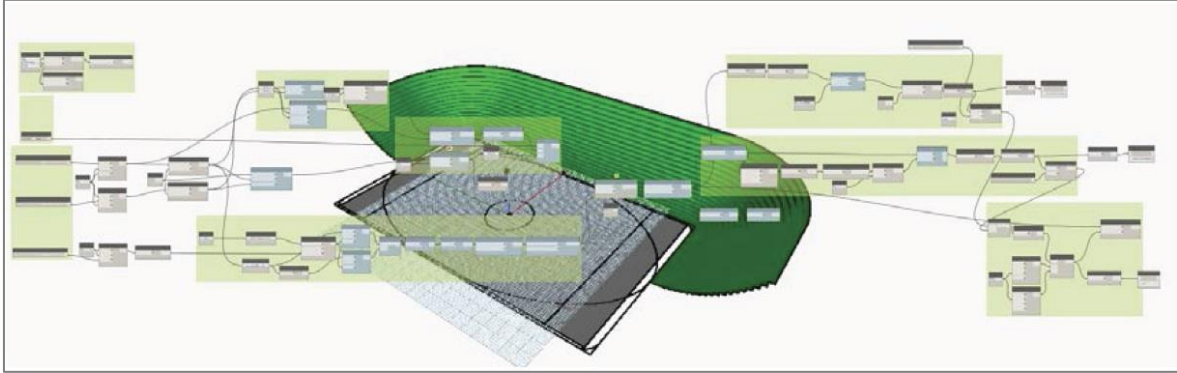
Şekil 4.24. Tasarım alternatiflerinin denenmesi (Hudson ve Strathaus, 2015)



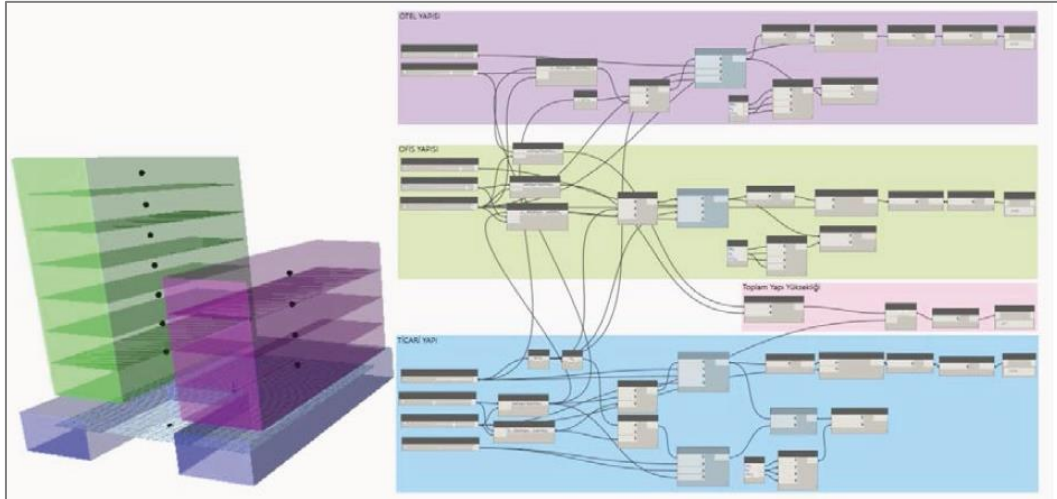
Şekil 4.25. Sonuç ürün (Hudson ve Strathaus, 2015)



Şekil 4.26. Tasarım alternatiflerine ait sayısal değerlerin ve üç boyutlu modellerin görüntülenmesi (Asl ve diğerleri, 2014)

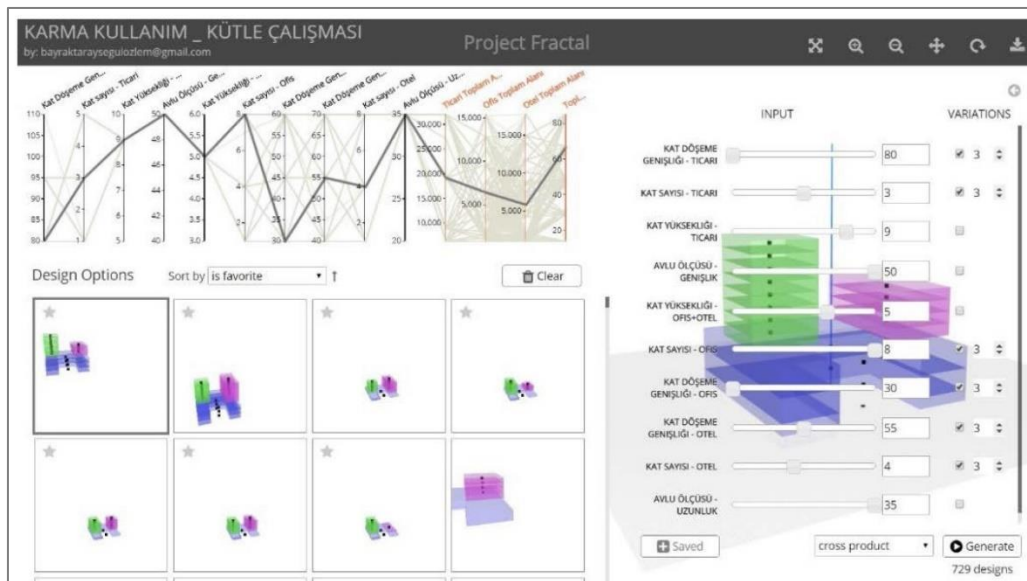


Şekil 4.27. Autodesk Dynamo Studio ile oluşturulan stadyum algoritması ve ön izlemesi (Bayraktar Sarı, 2018)



Şekil 4.28. Karma kullanımlı yapı örneği algoritması ve ön izlemesi (Bayraktar Sarı, 2018)

Şekil 4.29. Algoritmaya ait girdi ve çıktı parametreleri (Bayraktar Sarı, 2018)



Şekil 4.30. Alternatiflerin oluşturulması (Bayraktar Sarı, 2018)

TestFit yazılımı

Tesfit, mimari tasarım alanında yapıların belirli şablonlar üzerinden parametrik bir yaklaşım ile alternatifler üretmesini hedefleyen, erken tasarım evresine katkı sağlaması bağlamında şablon tanımlı görevleri değiştirilebilir veriler ile revize edebilen ve geliştirmekte olan bir yazılımdır.

Birbirine benzer nitelikte tipleşmiş projelerin çözümü odağında başlayan bu yazılım zaman içerisinde kendini geliştirmiş, farklı şablon çözümlerinin eklenmesi, hesaplama ve analiz verilerini yönetebilmesi ve parametrik yaklaşımın verdiği sınırsız veri üretme bilgisi ile evrilmiştir (Testfit).

Bu yazılım, diğer disiplinlere de katkılar sunarken mimari tasarımda ise ön tasarım karar alma aşamalarına veri sunma eğilimindedir. Alternatiflerin optimizasyonu konusunda analiz ve hesaplamaları sunmakta, belirlenen alan içerisinde farklı yapı tipleri ve formların revizesine izin vermekte ve bunları parametrik olarak değiştirebilmektedir. Dinamik ve eşzamanlı veri üreten bir kurguda planlanan bu yazılım ile şablon bazlı birçok üretim denenebilir ve de ön tasarıma katkı sağlanabilir.

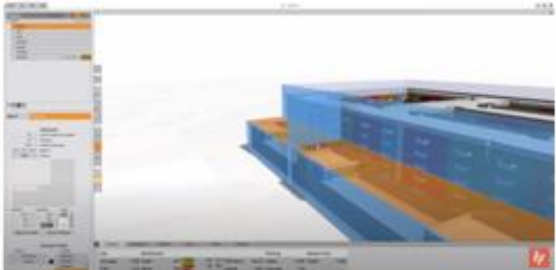
TestFit kullanımı genel olarak; Plan ve kütlelerin oluşturulması, alanların belirlenmesi, yolların eklenmesi, imar eklememeleri, harita görünümleri, parsel oluşumu, şablon bazlı olarak; park, otopark, dikey bina, düşük katlı yapı, çoklu aile yaşam alanları, çekirdek bazlı çözümler vb. yapıları tipolojik olarak gruplayarak otomatik çözümlenmesi, birim tiplerin oluşturulması, analiz ve hesaplamalar yapması gibi birçok konuda veri sunmaktadır. Bu yazılım aynı zaman da “revit” yazılımı ile entegre çalışmaktadır (Testfit).

TestFit yazılımının işlevlerinden bir kısmı genellenerek tablolaştırılmış ve bu işlevler açıklanmıştır (Çizelge 4.1).

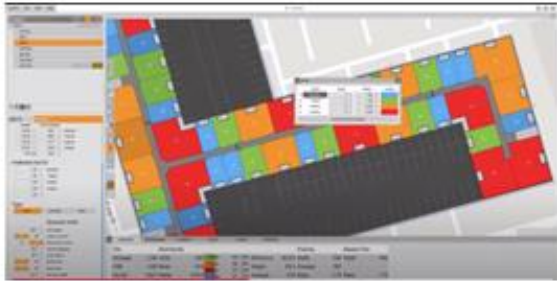
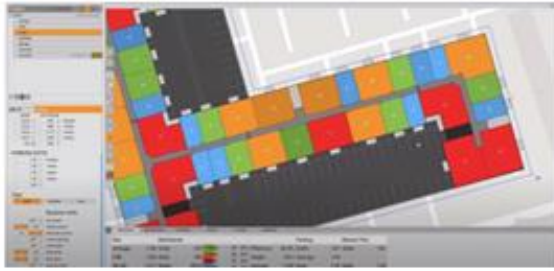
Çizelge 4.1. TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
1		Arsa seçimi harita üzerinden yapılmaktadır. Yazılım serbest arsa çizimine de olanak sağlamaktadır.
2		Belirlenen arsa sınırları içerisinde şablon çözümler sunulmaktadır. Seçimle eşzamanlı çözüm üretilmektedir.
3		Seçilen arsa sınırı parçalara ayrılabilir ve parçalara farklı şablonlar uygulanabilir.
4		Şablon içerisinde çözülen kütleler plan bazında sürüklenebilir ve bu yer değişiklikleri şablon içerisinde eşzamanlı değişimleri sunar. Aynı zamanda kütle içi çözümde otomatik revize olur.
5		

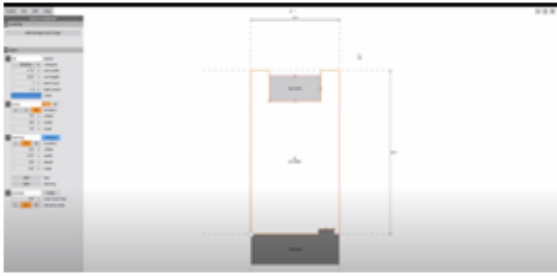
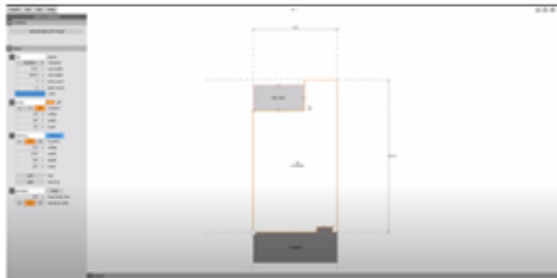
Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
6		Şablon içerisinde otomatik çözülmüş kütleler burada ölçülendirilebilir. Belirli alan ölçüleri revize edilebilir.
7		Oluşturulan şablon bazı çözüm üç boyutta da değiştirilebilir, katlara göre revizeler yapılabilir
8		Üç boyut üzerinden çekme, itme ve ölçülendirme yapılabilir. Formun bu şekilde değiştirilmesi söz konusudur.
9		Belirlenen şablon tipinin iç çözümleri otomatik olarak belirlenir. Çözümler hazır parametreler yardımı ile değiştirilebilir
10		Ölçüleri değiştirilen kütle içerisinde plan elemanları eşzamanlı revize olur.

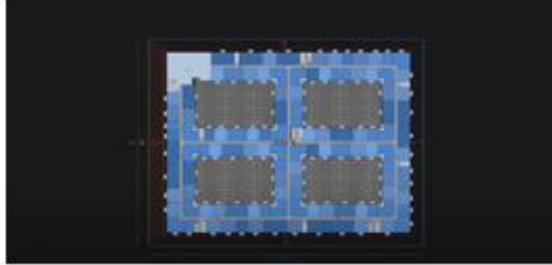
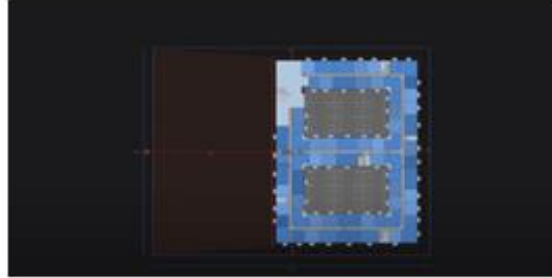
Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
11		Şablon ile belirlenmiş plan çözümü içerisindeki mekanlar sürüklenerek yer değiştirilebilir
12		Mekanlar istenen adet sayısınca yerleştirilebilir, tekrar revize edilebilir, farklı renklerle gösterilebilir.
13		Mekan değişiklikleri ile plan revize edilebilir, sirkülasyon alanları ölçeklendirilebilir.
14		Şablon ile gelen çözümdeki form yol (çizgi) çizimi ile değiştirilebilir. Kütlesel biçimlendirme değiştirildikçe parametreler planda yer alan mekanları da eş zamanlı revize eder.
15		

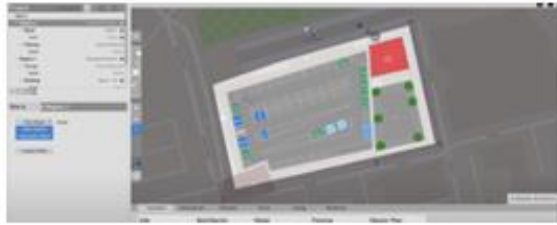
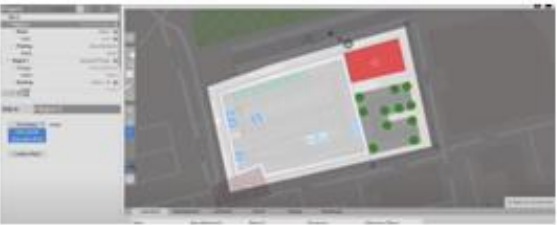
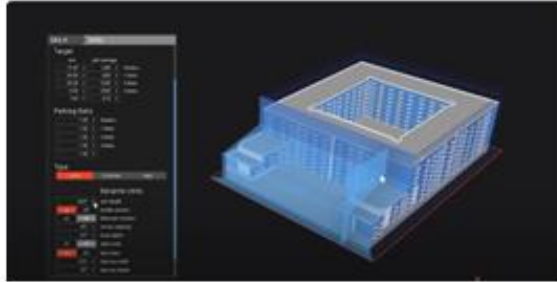
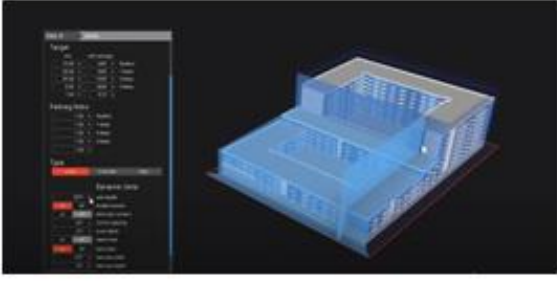
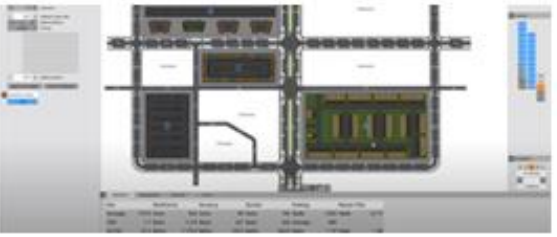
Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
16		Şablon çözümde kullanılan plan parçaları eklenebilir, değiştirilebilir. Parça elemanlar birleştirilerek modüller oluşturulabilir bu modüllerin plan içerisinde bir arada kullanılması sağlanabilir.
17		
18		Şablon içerisine tekrar etmesi istenen birimler eklenebilir, revize edilebilir ve belirlenen sayısınca plana eklenir.
19		Oluşturulan tipler revize edildikçe çözümün tamamı bütüncül bir yaklaşımla otomatik değişir. Yapılan plan parça değişikliklerinde içe ve dışa bağımlı elemanlar belirlenir ve işaretlenir. Yazılım bu sayede elemanın bağıntılama parametresini kullanır.
20		

Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
21		Belirlenen şablonlar istendiğinde şablon listesinden seçilerek tekrar yenilenebilir.
22		Arsa sınırı olarak belirlenen alanın içerisinde çekme mesafeleri tanımlanabilir. Bu sınırlandırma kütleler arası mesafenin belirlenmesi için de kullanılabilir. Revize edilen mesafe parametresi ile kütle ve içerisindeki plan çizimi eşzamanlı otomatik revize olmaktadır.
23		
24		Şablon içerisinde belirlenen kütsel yerleşim revize edildiğinde şablon içerisinde yer alan diğer elemanlarda değişmektedir. Vaziyet bağlamında yapılan yer değişiklikleri ile alternatif yerleşimler denene bilinmektedir.
25		

Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
26		Belirlenen alan içerisinde parçalara ayrılan küçük alanlar farklı şablonlar ile çözümlenebilir. Bu küçük alanlar revize edilebilir veya yenisi eklenebilir silinebilir. Seçilmiş şablon değiştirilebilir.
27		
28		Şablon olarak belirlenmiş kütle üç boyutta ele alınarak katlar arası değişiklikler işlenebilir, girinti çıkıntı, boşluk benzeri forma yönelik alternatifler oluşturulabilir.
29		
30		Belirlenen arsa içerisinde yollar, sokaklar oluşturulabilir, parçalar içerisinde farklı şablon çözüm alternatifleri görülebilir

Çizelge 4.1. (devam) TestFit kullanımı (Testfit)

No	Resim	Açıklama
31		Belirlenen alan içerisinde farklı şablonlar denenerek kütle çözüm alternatifleri gözlemlenebilir, oluşan kütleler ek yazılımlar ile analiz edilebilir, ön tasarım kararları almak için bu analiz sonuçları kullanılabilir. Yapılan plan ve kütle bazı değişiklikler ile analiz verileri eşzamanlı yenilenebilir.
32		
33		Aynı zamanda yazılım oluşturulan model ile ilgili olarak gerekli bilgiler girildiğinde maliyet hesabı yapılabilir.
34		Analizlere göre plan bazında kararlar yenilenebilir, mekanlar sürüklenerek yer değişiklikleri yapılabilir.
35		Şablon ile çözümlü kütlelerin içerisindeki diğer kütleler ile çözüm otomatik yenilenir.

5. YAPI BİLGİ YÖNETİMİ MODELİ

Yapı bilgi yönetimi birçok süreci barındıran eklemler ile evrilen bir süreci tanımlamaktadır. Bu çalışma kapsamında algoritmik tasarım yaklaşımının yapı bilgi yönetimine eklenmesi ile entegre bir model kurgusu oluşturulmuştur. Bu kapsamda birbirini besleyen ve veri-geri besleme bağlamlarında bir veri yönetimi süreci sunan iki model ve de bu iki modelin kesişimi-birleşimi kapsamında entegre bir merkezi yapı bilgi modeli kurgulanmıştır. Bu modeller yapı bilgi yönetimi çerçevesine ek girdi ve araçların geleneksel ve özgün kullanımları ile problemlere özgün çözümler üretmiştir.

Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında; verinin yönetilmesi, bağıntıların kurgulanması, parametrik ve algoritmik süreçlerin yönetilmesi ve bu kapsamda kullanılan ek girdi ve araçlar ile erken tasarım evresine veri sunmak kapsamında alternatifler oluşturulmuştur. Bu alternatifler kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetim modeline bir altlık-taban verisi oluşturmuştur.

Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi kapsamında; algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modelinden alınan veri disiplin ve paydaş ölçeklerinde bir yönetim sürecini tariflemiştir. Disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktalar bağlamında oluşturulan bu modele eklenen araç ve girdiler ile yönetim süreci farklı bir noktaya evrilmiştir. Tasarım uygulama aşamasında disiplin ve paydaşların yönetilmesi bu aşamadaki birçok uyumsuzluğa çözüm üretmiştir.

Bu iki modelin kesişimi-birleşimi ve de entegrasyonu kapsamında oluşturulan model ise; yapı bilgi yönetimi merkez modelidir. Bu model kurgusu bütünleşik bir yaklaşım ile erken tasarım evresinden itibaren proje uygulama aşamasına kadar entegre bir yönetim sürecinin tariflenmesidir.

5.1. Algoritmik, Parametrik ve Entegre Yapı Bilgi Yönetimi Modeli

Tasarım, birçok verinin harmanlanarak, yorumlanarak bir arada kullanıldığı bir süreci tanımlamaktadır.

Aynı zamanda sınırsız değişken, kural ve kısıtlayıcı verileri ile üretilebilecek sınırsız alternatiflerin tasarımcı tarafından, herhangi bir destek almadan üretilebilmesi ve

sınanabilmesinin de imkanı yoktur. Bu sebeplerden dolayı özellikle ön tasarım evresinde yorumlanan verinin bir algoritma içerisinde yoğrularak bu evreye katkı sunması hedeflenmektedir. Aynı zamanda oluşturulan ürün kurallı-algoritmik ve entegre bir sistemin ürünü olduğundan daha sonraki evrelere de bir altlık oluşturacaktır.

Bu bağlamda algoritmik tasarım hem sonuç üretme de hem de öneride bulunmaya yardımcı bir sistem olarak karşımıza çıkmaktadır. (Özen Yavuz, 2011)

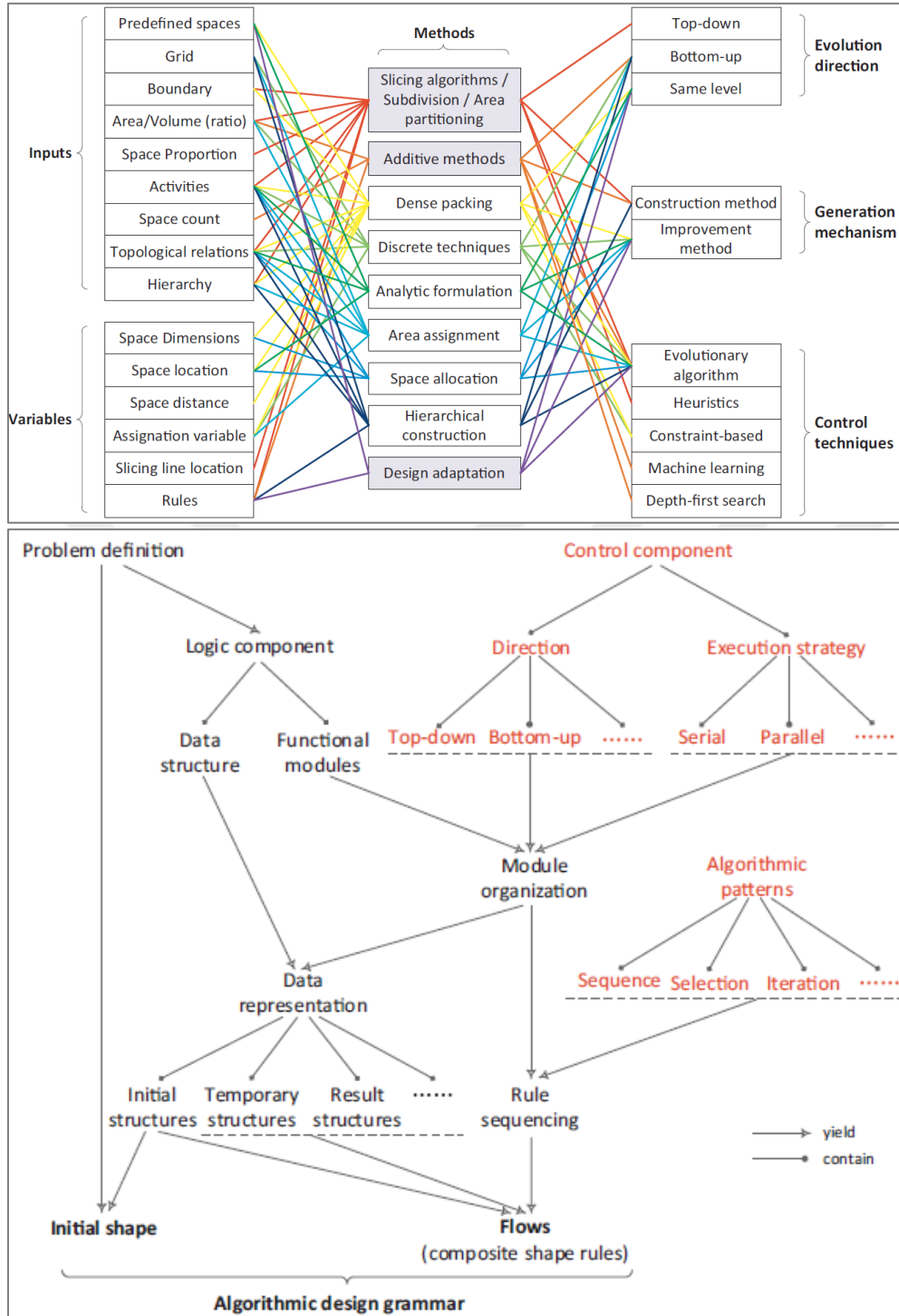
Mimari tasarım, tasarımı oluşturanların oluşturulacak olan ürünün veya hizmetin bu süreçte uygulanan tasarıma özgü etkinlikleri tanımlar. Bundan dolayı tasarım çözüme yönelik veya çözüm odaklı düşünme sürecidir. Bu süreç içerisinde, tasarım probleminin hem mevcutta bulunan hem de gelecekteki parametreleri ve koşulları göz önüne alınarak, farklı alternatif çözümler geliştirilebilir.

Tasarımın analizi ve sentezi için oluşturulan algoritmik sistem, ortaya çıkarılan kurallar, kısıtlayıcılar ve değişkenlerle tasarım problemini çözerken, bu kuralların irdelenmesiyle de veri üretmektedir (Özen Yavuz, 2011). Algoritma, var olan bir problemi çözmek amacıyla oluşturulan bir formül veya adım adım tanımlanmış kurallar setidir. Oluşturulan algoritmada açık bir bitim noktası ve kesin kurallar seti olması gereklidir (Harel, 1992).

Bu çalışma kapsamında algoritmik tasarım yaklaşımı;

- Bir kurgunun veya problem çözümünün adımlarının tariflendiği,
- Verinin yönetildiği; veri girişlerinin ve de oluşturulan verilerin sonuç olarak üretildiği,
- Kurallı bir yol tarifleyerek ve kural-kısıtlayıcı ve değişkenler bağlamında da üretim alternatiflerinin oluşturulduğu,

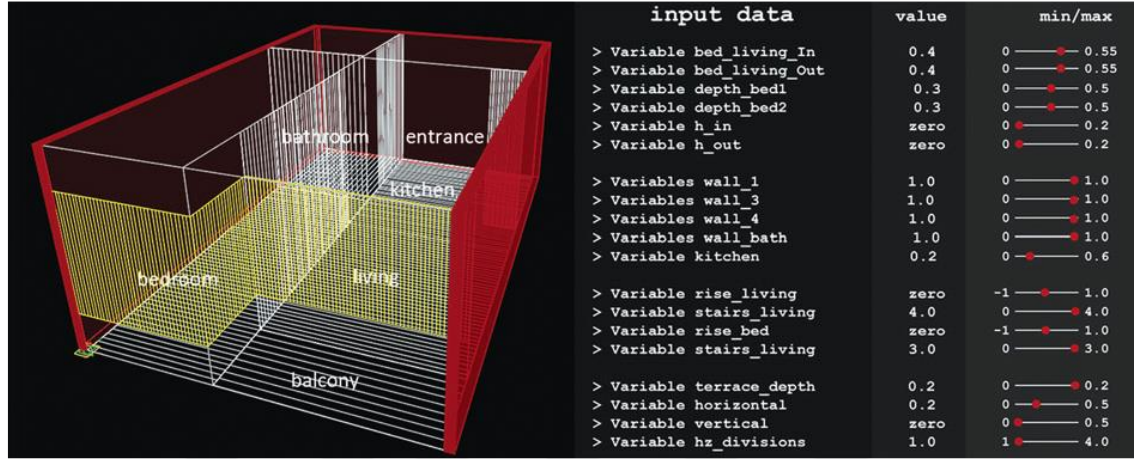
bir süreç yönetimi olarak kullanılmaktadır (Şekil 5.1).



Şekil 5.1. Algoritmik tasarım veri girişi ve çıktıları (Hou ve Stouffs, 2018)

Parametrik tasarım ise; bir tasarımın parametreler tabanında boyutları arasında kurulmuş ilişkiler bütünü olarak tanımlamıştır (Moretti,1971). Parametrik tasarımdaki ana amaç, tasarımda karşılaşılan problemlere çözüm üretmektir. Bu çözümün yazılan parametreler çerçevesinde problemle eş zamanlı çözüm üretmesi gerekmektedir. Algoritmalar geliştirilmeye açık tasarımın adım adım formulüzyasyonuna uyum sağlar nitelikte ve olan

tasarımın doğasına uygun olması gereklidir. Bunun için bilginin kullanılması ve yorumlanmasına ihtiyaç vardır. (Hau, Stouffs, 2018) Tasarımın dilinin çözülmesi bu bağlamda algoritmik düşünceye veri oluşturacaktır (5.2).

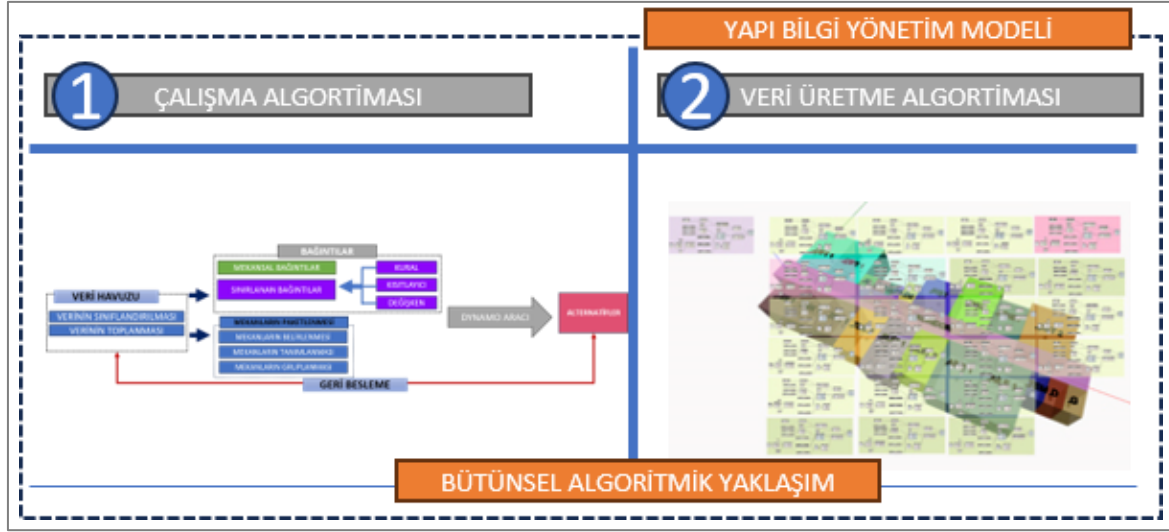


Şekil 5.2. Parametrik model (Madkour ve diğerleri, 2009)

Bu çalışma, yapı bilgi yönetimi çerçevesinde oluşturulacak olan model ile erken tasarım evresine veri sağlanması kapsamındadır. Bu verinin yorumlanması, oluşturulması ve değiştirilmesi algoritmik ve parametrik bir bakış açısı ile yorumlanacak olup erken tasarım evresinin dinamik bir karar alma yapısı-kurgusu oluşturmasına katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda algoritmik, parametrik ve entegre bir yapı bilgi yönetimi modeli oluşturulacaktır. Bu modelin kurgulanması ile erken tasarım evresine veri sağlamak hedeflenmektedir. Bu sebeple de oluşturulacak olan model erken tasarım süreci ile kısıtlanmıştır. Bu bağlamda yapı bilgi yönetimi çerçevesinde ele alınan model, algoritmik-parametrik-entegre girdileri ile kural-kısıtlayıcı-değişken parametreleri ile evrilecek bu sürecin kurgulanmasında ise araç olarak “Dynamo ve Testfit” kullanılacaktır.

Oluşturulacak olan yapı bilgi yönetimi modeli karmaşık fonksiyonlu yapı grubu olan otel yapıları kapsamında ele alınarak bir örneklem alan çalışması oluşturulacaktır.



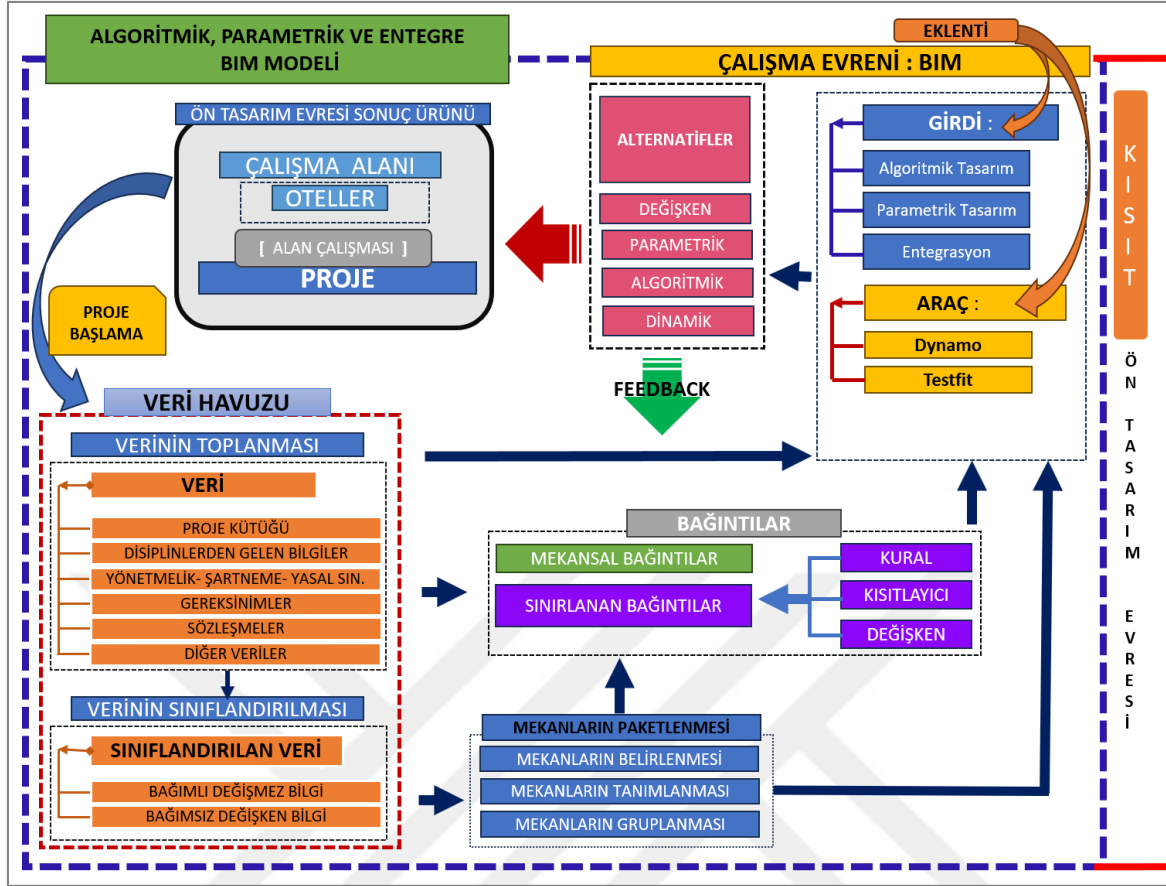
Şekil 5.3. Bütünsel algoritma yaklaşımı

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan bu modelde algoritmik tasarım yaklaşımı iki farklı tabanda ele alınacaktır. Bunlar; çalışmanın kurgusunun bütüncül bir yaklaşımla ele alınmasında kullanılan algoritmalar ve çalışmada alternatiflerin kurgulanması için kullanılan algoritmalar (Şekil 5.3). Algoritmaların temelinde oluşturulan bu kurgu modeli hem bu çalışmanın düzenindeki adımların kurgu-düzen-işleyiş-yönetim bağlamlarında tariflenmesinde hem de oluşturulan bağıntıların yorumlandığı kural, kısıtlayıcı ve değişkenleri bağlamında oluşturulan algoritmaların tanımlanması, üretilmesi ve revize edilmesi çerçevesinde yönetmektedir. Çalışma algoritmasında yöntemsel bir süreci tarifleyen algoritmik yaklaşım veri üretme bölümünde ise bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu bütünsel yaklaşım ise çalışmanın diğer bir özgün yanını ortaya koymaktadır.

Yapı bilgi yönetimi modeli kurgusunun oluşturulması;

- Yapılacak olan işlemlerin adım adım tariflenmesi,
- Kontrol noktalarının belirlenmesi,
- Onaylama aşamalarının oluşumu,
- Geri beslemelerin tariflenmesi,

bağlamlarında algoritmik bir düzeni tariflemektedir (5.1.4). Oluşturulan algoritma sarmal bir yapıda bağıntılar sunmakta ve bu da oluşturulan kurgunun dinamik olmasını sağlamaktadır. Bu yaklaşım çalışmanın bu bölümünün özgün yanını oluşturmaktadır.



Şekil 5.4. Çalışma kurgu algoritması

Bu çalışma kapsamında karmaşık fonksiyonlu yapı grubu içerisinde yer alan oteller bir örneklem olarak seçilmiştir. Bu örneklem üzerinden veri havuzu oluşturulması ve bu verinin sınıflandırılması, mekanların paketlenmesi, bağıntıların kurgulanması bu sürece eklenen araç ve girdiler kapsamında alternatiflerin üretilmesi hedeflenmiştir (Şekil 5.4).

Algoritmik tasarım yaklaşımlarının kural tabanlı veri yönetme kurgusu bu bütünsel yapı ile entegre edildiğinde ortaya çıkan yapı bilgi yönetimi modelinin hem erken tasarım evresini dinamik ve canlı tutması hem de ortaya çıkan sonuç ürünün bir sonraki aşama olan “Kurallı, Entegre ve Senkron Paydaş Yönetimi” bölümüne başlama verisi sağlaması hedeflenmektedir.

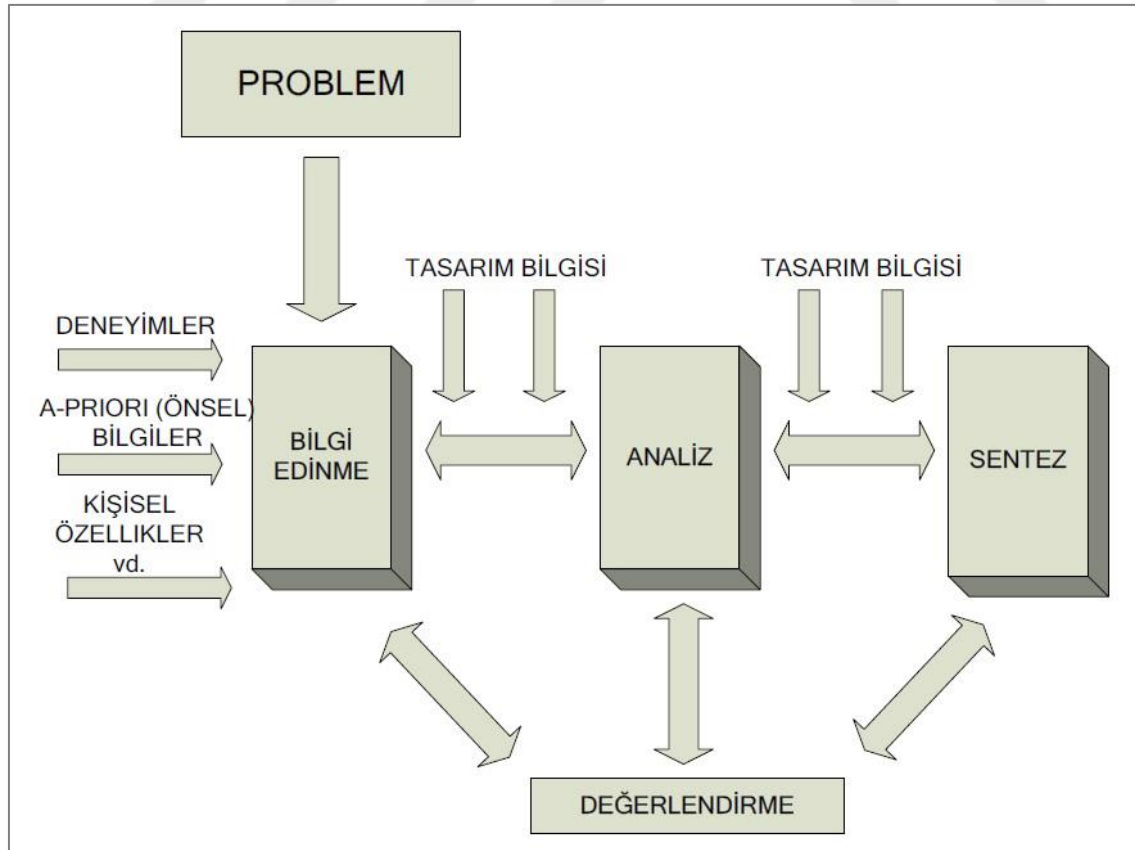
5.1.1. Veri, verinin sınıflandırılması ve veri havuzu

Tasarımın temeli üç temel aşamadan meydana gelmektedir. Bu aşamalar; cevap verilmesi veya karşılanması gereken ihtiyaçların belirlenmesi, bu ihtiyaçlara cevap verilmesi veya

karşılanması, oluşturulan verilerin düzenlenmesi ve sonuç ürünün oluşturulmasıdır. Üç aşamanın eylemlerini de üç kısımda özetlemektedir:

- Tasarımlar gereksinimlerin açıkça tanımlanmasıyla başlar.
- Tasarımlar net olarak tanımlanmış gereksinimlere cevap olarak verilmiş karşılıklardan oluşur.
- Tasarımlar gereksinimlere cevap veren ürün veya proje (taslaklar, ürüne ait model veya çizimler) ile sonuçlanır (Armstrong, 2008).

Erken tasarım evresinde ihtiyaç duyulan bilgilerin ve verilerin araştırılması, elde edilmesi, tasarıma entegre edilmesi, tasarımla ilişkilendirilmesi, tasarıma uygun hale getirilmesi, tasarım alternatiflerinin oluşturulması ve geliştirilecek tasarım fikirlerinin oluşturulmasını kısımlarını içermektedir. İlk tasarım alternatifleri bu aşamada üretilerek edilerek ve denenmektedir. Yetersiz, bulanık veriler detayına inilmemiş fikirler bu aşamada kolaylıkla terkedilerek ve farklı fikirlere hızlı ve kolayca geçirilerek tasarım alternatiflerinin oluşturulması sağlanmaktadır.



Şekil 5.5. Geleneksel erken tasarım evresi (Türkyılmaz,2010)

Tasarım süreci boyunca birçok veri kullanılmakta ve bu veriler süreç içerisinde değişkenlik göstermektedir. Geleneksel tasarım yaklaşımlarında bilişsel olarak depolanan ve yorumlanan bu veriler lineer bir tasarım anlayışını çerçevelemektedir. Farklı disiplinlerin bir arada yürüttüğü tasarım sürecinde bu yaklaşım disiplinler arası gelebilecek verilerin birbirinden kopuk olmasına yol açmaktadır (Şekil 5.5).

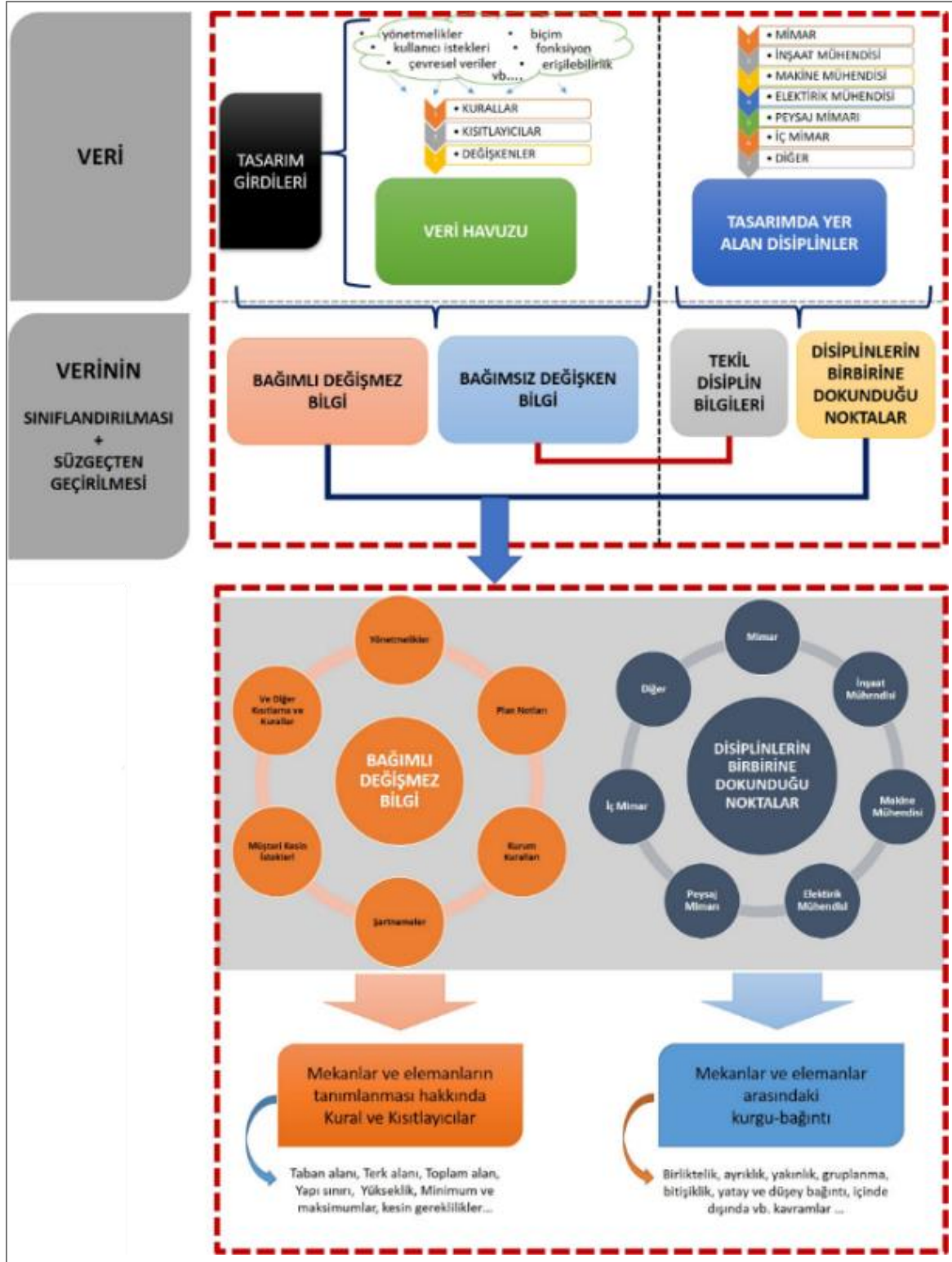


Şekil 5.6. Tasarlama süreci ve performansı değerlendirme sürecinin geleneksel ilişkisi (Karagöz, 2015)

Bu süreç içerisinde bilginin ve verinin kullanımı disiplinlerin birbirini beklemesi bağlamında ilerlerken olası bir revize durumunda tasarım süreci başa dönmektedir (Şekil 5.6).

Bu çalışma kapsamında veri elde edilmesi, sınıflandırılması ve bu verilerin bir “veri havuzu” kapsamında ele alınması yapı bilgi yönetimi çerçevesinde bir model kurgusunun bölümü olarak ele alınacaktır. Bu bağlamda toplanan veri kural-kısıtlayıcı ve değişkenler bağlamında yorumlanacak ve buna ek olarak farklı disiplinlerden gelen veriler ile birleştirilerek yorumlanabilir veri eldesi oluşturulacaktır.

Oluşturulan bu veriler bir sonraki aşamada sınıflandırılacak ve süzgeçten geçirilerek yorumlanacaktır (Şekil 5.7). Bu işlemler neticesinde elde edilen yorumlanmış ve sınıflandırılmış verinin değişim süreçlerine eşzamanlı uyum sağlayabilen, bütüncül bir yaklaşım ile verileri bir veri havuzu kapsamında kullanabilen, eklemlenebilen veya çıkarılabilen ve süreç bağlamında dinamik bir yapıya evrilen bir kurgu olması hedeflenmektedir.



Şekil 5.7. Veri, verinin sınıflandırılması ve veri havuzu algoritması

Bu kapsamda tasarım girdilerini oluşturan veri ile tasarımda yer alan disiplinler arasında bir bağıntı tanımlanmıştır. Bu bağıntı;

Bağımlı değişmez bilgiyi disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar çerçevesinde ele alırken, bağımsız değişken bilgi grubunu ise tekil disiplinlerden gelen bilgiler kesiştirmektedir. Bu kesişimler veri havuzunu bir yığın deposu olmaktan çıkararak çalışma içerisinde kullanılacak olan verinin sınıflandırılmış, yorumlanmış ve kullanılabilir veriye ulaşmasının yolunu açmaktadır.

Bu çalışma kapsamında bağımlı değişmez bilgi kesişimi kapsamında ele alınan veriler (Tablo 5.1), mekanlar ve elemanların tanımlanması hakkında kural ve kısıtlayıcıları tanımlarken disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar çerçevesinde yorumlanan veriler ise mekanlar ve elemanlar arasındaki kurgu ve bağıntıyı tanımlamaktadır.

Çizelge 5.1. Veriler

Kural ve kısıtlayıcılar bağlamında ele alınan veriler	Kurgu ve bağıntı bağlamında ele alınan veriler
Taban alanı	Birliktelik
Terk alanı	Ayrılık
Toplam alan	Yakınlık
Yapı sınırı	Bitişiklik
Minimum ölçülendirme kuralları	Gruplanma
Maksimum ölçülendirme kuralları	Bağıntı
Gereklilikler	
Değişmezler	

Oluşturulan bu kurgu ile verinin yapı bilgi yönetimi kapsamında işlenebilir, yorumlanabilir, değiştirilebilir ve geleneksel sürecin lineer yapısında koparılmış dinamik bir veri yönetim süreci haline getirilmesi hedeflenmiştir. Verinin yönetildiği bu süreç algoritmik yaklaşım ile ele alınacak olan yapı bilgi yönetimi modelinin ilk ve taban aşamasıdır.

Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında oluşturulan bu çalışmada karmaşık fonksiyonlu yapılar grubunda yer alan otel yapıları çerçevesinde bir örneklem kurgulanacaktır. Bu kurgu ile oluşturulacak alternatifler kapsamında erken tasarım evresinin canlı tutulması hedeflenirken bu sürecin yaklaşım algoritmasının tanımlanması da çalışmanın özgün tarafını oluşturacaktır.

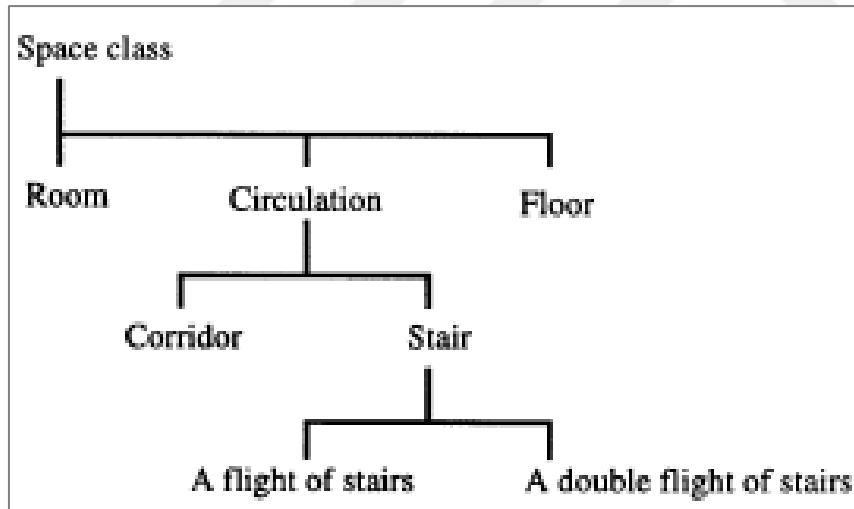
Bu kapsamda veri havuzundan gelen veriler üç temel işleve iletilmekte ve de aynı zamanda geri besleme almaktadır. Bu işlevler;

- Mekanların Belirlenmesi, Tanımlanması ve Gruplanması
- Bağlıntılar
- Girdi ve araçlardır.

Bu döngüsel dinamik ve bütünsel yaklaşımlı kurgu ile yapı bilgi yönetimi modeli süreci tariflenmektedir.

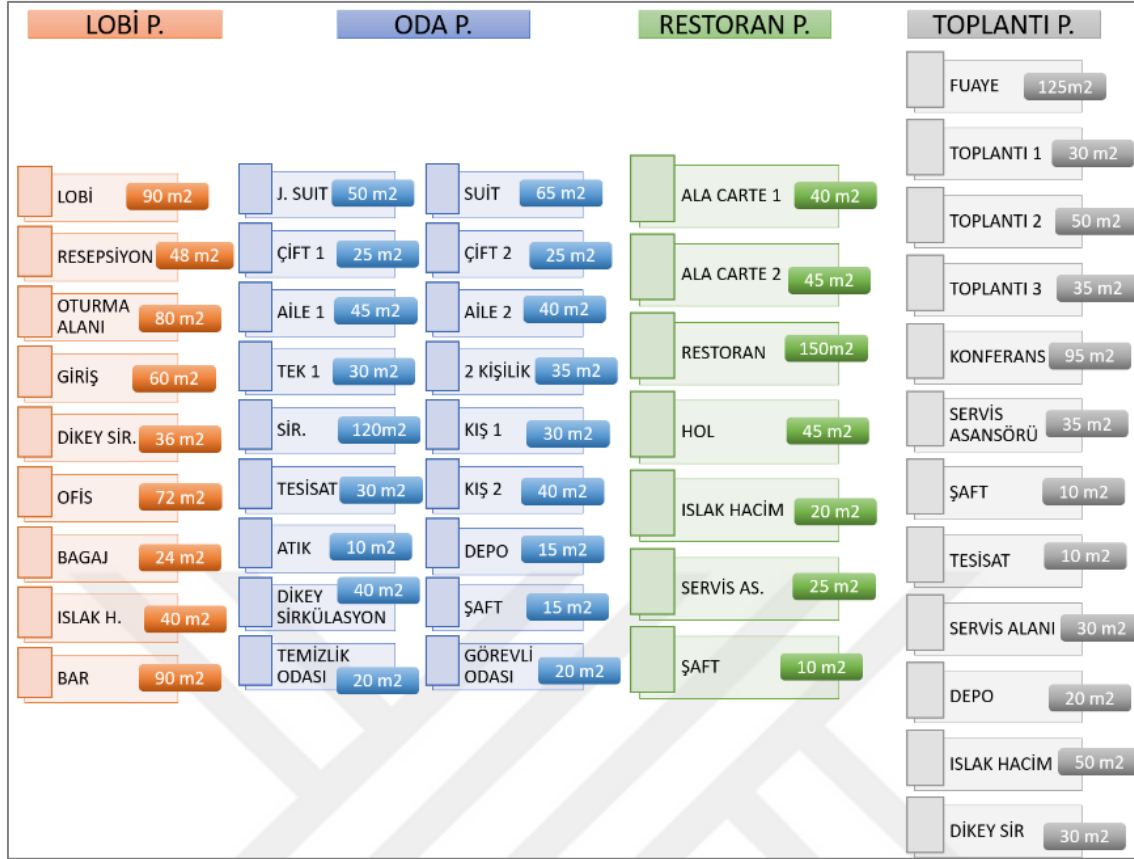
5.1.2. Mekanların belirlenmesi, tanımlanması ve gruplanması

Yapı bilgi yönetimi kapsamında ele alınan bu çalışmada karmaşık fonksiyonlu yapılar grubunda yer alan otel yapısı örneklem olarak sunulacaktır. Bu kapsamda veri havuzundan gelen verilerin yönetilmesi sürecinden veri olarak bir sonraki adım mekanların belirlenmesi, tanımlanması ve gruplanmasıdır (Şekil 5.8). Bu süreç ile mekanlar arası hiyerarşik sınıflandırma ve bağlıntıların çözülmesine dair alt tabanlılık verisinin oluşturulması hedeflenmektedir.



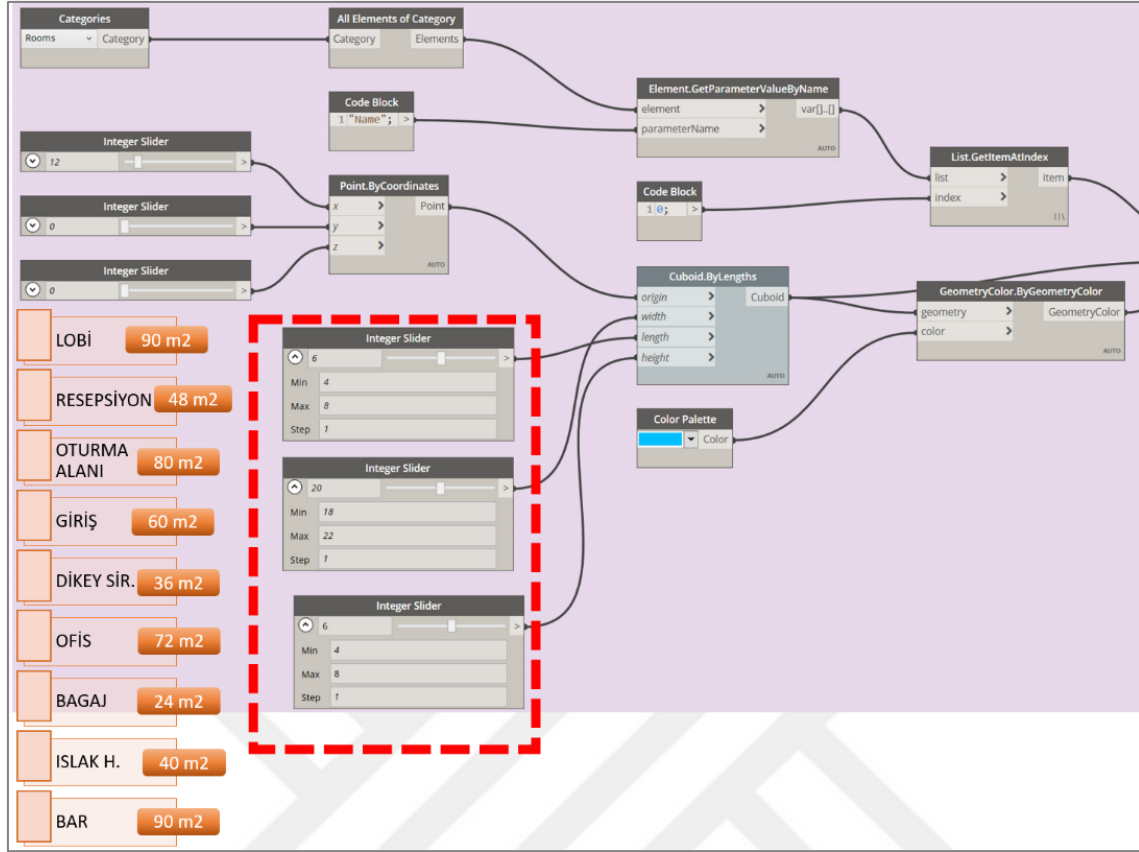
Şekil 5.8. Hiyerarşik sınıflandırma (Medjoub ve Yannou, 2001)

Bu kapsamda otel yapı grubunda yer alan örneklem bağlamında kullanılacak temel mekanlar belirlenmiştir. Bu mekanların seçilen ölçek çerçevesinde yaklaşık boyutları tanımlanarak mekansal örgütlenmedeki bağlıntılar için gerekli yüzeylerin tanımlaması yapılmıştır (Şekil 5.9).



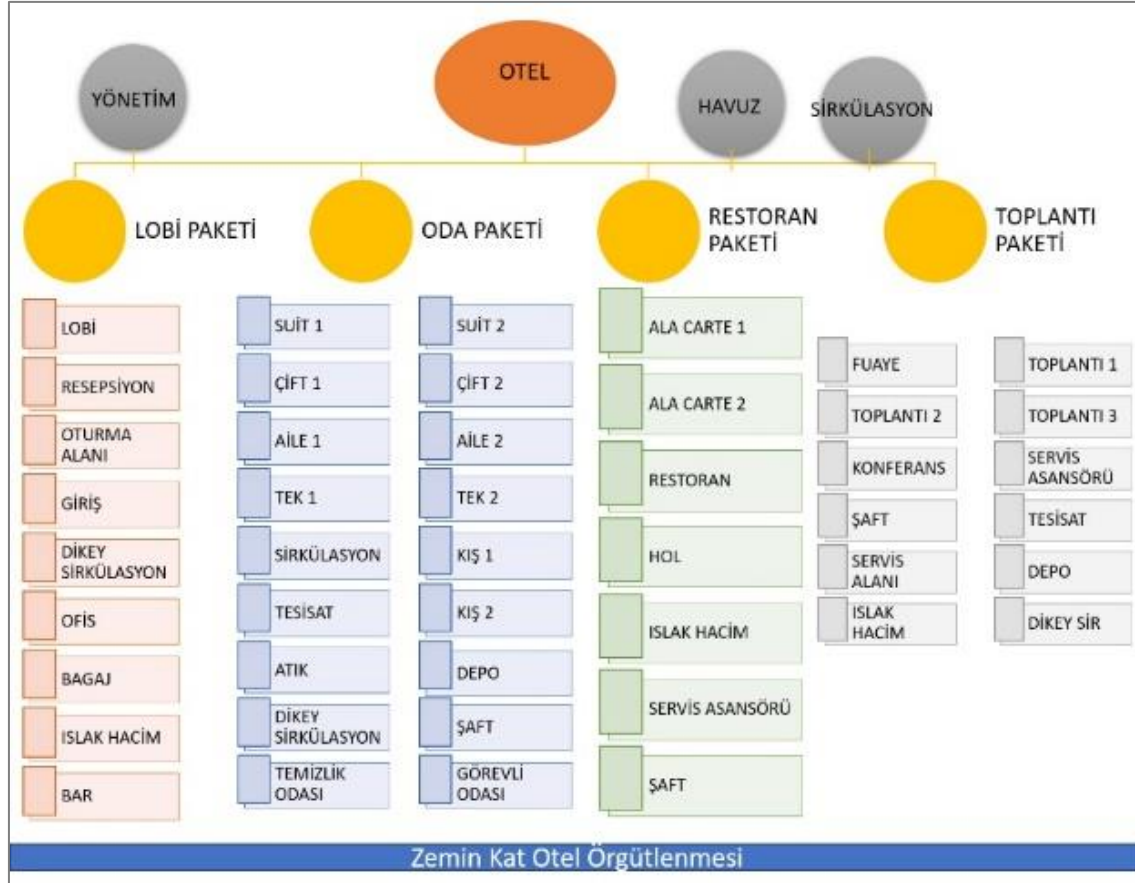
Şekil 5.9. Mekanlar ve yaklaşık alan tablosu

Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında algoritmaların kurgulanması bağlamında kullanılacak bu veri algoritmalarının içerisinde parametrik olarak kullanılacaktır. Mekanların boyutlandırılmasında maksimum ve minimum sınırlar bu tabanda oluşturulacaktır (Şekil 5.10).



Şekil 5.10. Yapı bilgi yönetimi model algoritmasında parametrik modül

Belirlenen mekanlar veri havuzundan gelen verile kapsamında işlev ve mekansal gerekliliklerine göre gruplandırılarak zemin kat örnekleme üzerinden paketlenmiştir. Bu paketler iki farklı sınıfta ele alınmıştır. Bunlar; içerisinde birçok mekanı barındıran ve mekansal ilişkilerin kurgulanmasının karmaşık olduğu; lobi paketi, oda paketi, restoran paketi, toplantı paketi ve içerisinde tekil mekanlar veya sıralı mekanlar bulunan; yönetim paketi, havuz paketi ve sirkülasyon paketidir (Şekil 5.11).



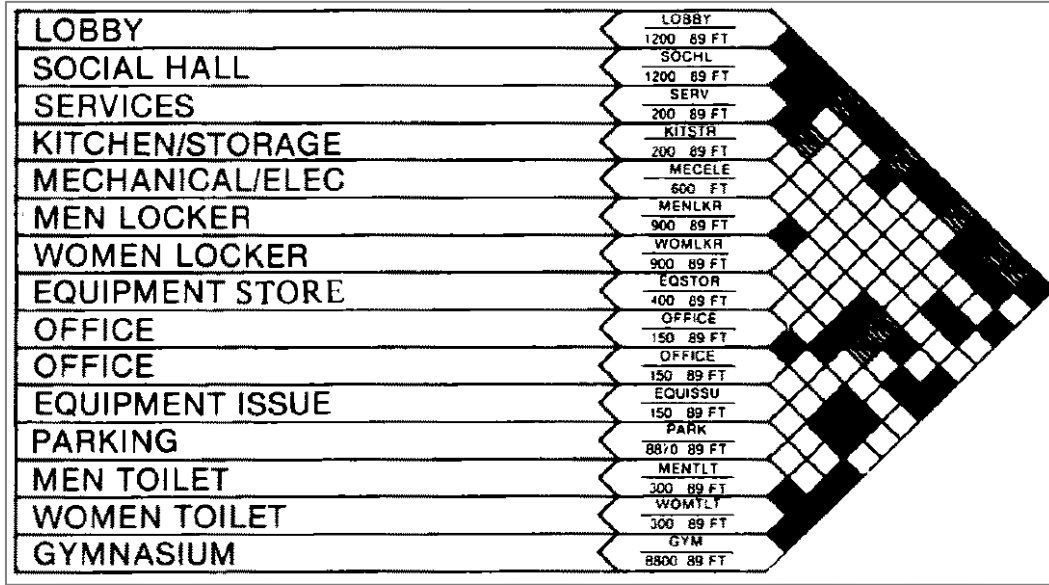
Şekil 5.11. Otel zemin kat örgütlenmesi paketleme çalışması

Mekanların örgütlenmesini tarifleyen bu paketleme çalışması ile bağıntılar kurgularının altlığı oluşturulmuş, grup bağlamında yapılan çalışmalar ile parça, bu paketlerin birleşmesinde kullanılan bağıntılar ile de bütün ele alınmıştır.

5.1.3. Bağıntılar

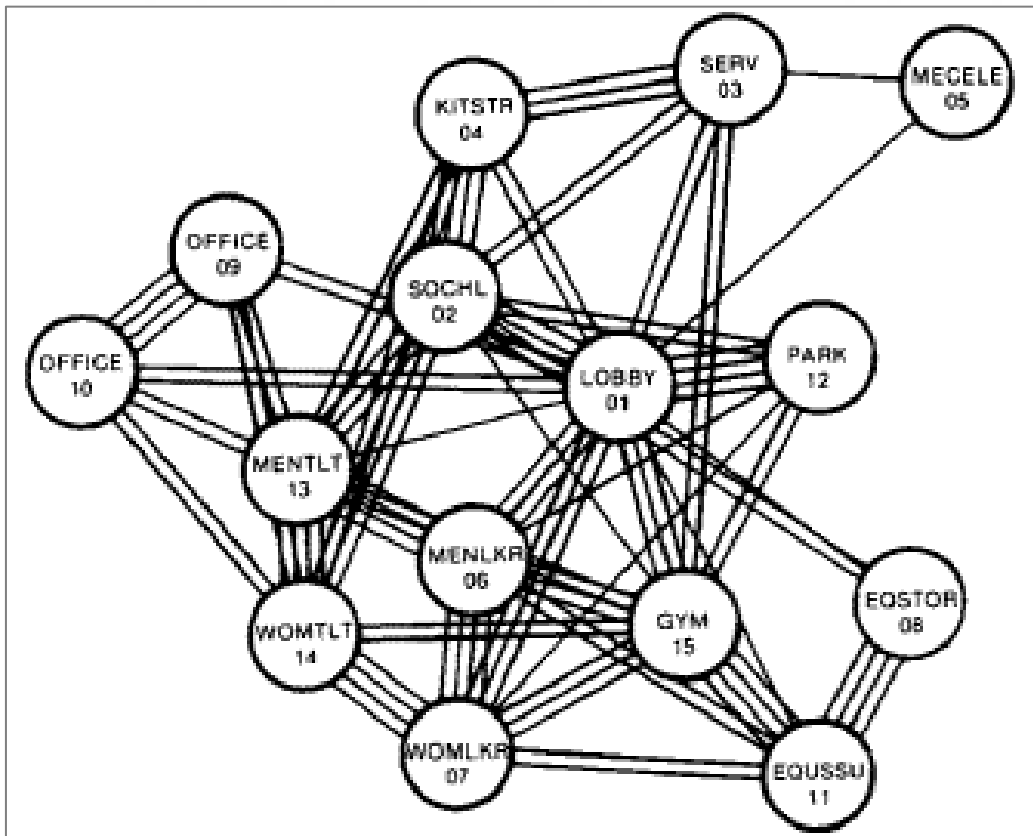
Yapı bilgi yönetimi kapsamında ele alınan bu modelin mekanlar arası bağıntı ile kural, kısıtlayıcı ve değişken bağlamlarında kurallı bir birleşme sağlaması ve bu modelin değişkenleri ve parametreleri bağlamında algoritmayı biçimlendirmesi ve veri sağlaması hedeflenmektedir.

Bu kapsamda birbirleri ile ilişkili mekanların belirlenmesi gerekmektedir (Şekil 5.12). Bu ilişkiler mekanların birbirleri ile hangi seviyede ilişkili olduğunu veya ilişkisinin bulunmadığını tariflemek üzerine yorumlanmış veri bütünüdür.



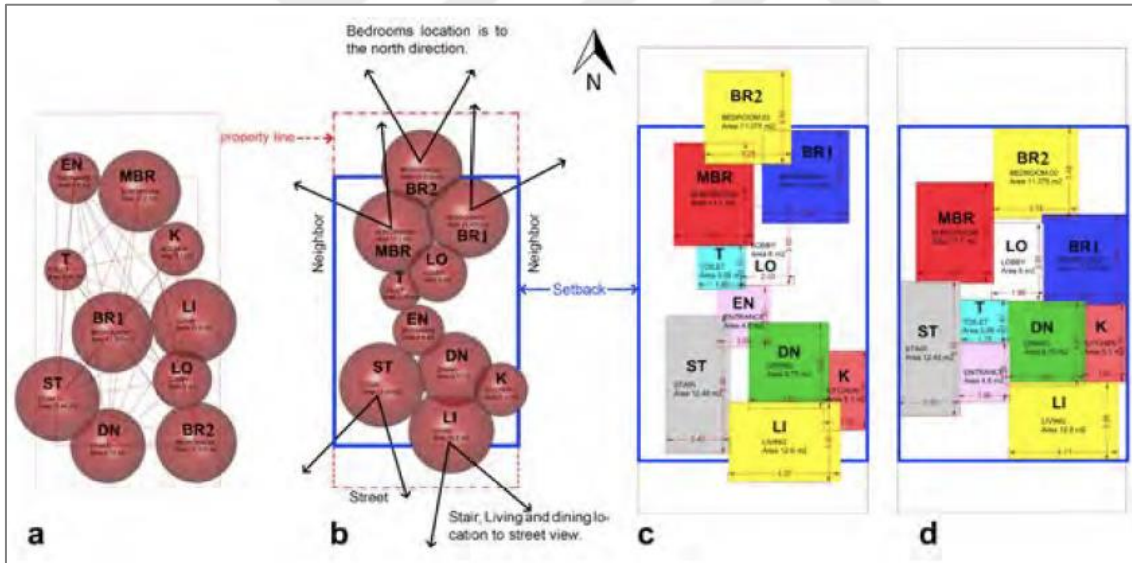
Şekil 5.12. İlişkiler şeması (Glover ve McMillan, 1985)

Mekanlar arası bağıntının kurgulanmasının algoritma kurgusunda veri tabanı oluşturması hedeflenmektedir. Bu kapsamda bağıntılı mekanların birbiri arasındaki geçişler ve temas noktaları tanımlanmalıdır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Bağıntılar (Glover ve McMillan, 1985)

Bu bağlamda mekanlar arası ilişkinin tanımlanmasında kullanılacak olan bir diğer araç ise mekan sentaksıdır. Mekan sentaksı, birbirleriyle ilişkili nesnelerin belirlenmiş tasarım kriterleri doğrultusunda dizilim kurgusunun yapılmasıdır (Wong, Chan, 2009). Bu kurgu geometrik ilişkilerin tanımlanması ile mümkündür. Oluşturulan bu kurgunun amacı sadece çözüm ürününü bulmak değil olası alternatiflerin de görülmesidir (Dutta, Sarthak, 2011). Mekansal organizasyonun çok katmanlı ve karmaşık yapısı bu sistemi anlayabilmeyi ve çözümleyebilmeyi güçleştirir. Mekanın özelliklerinden konuşurken görülebilir ve somut olmayan özellikler somut nesneleri irdelemek gibi net ve açık değildir. Soyut ve somut özelliklerin bir arada bulunduğu bu durum mimari tasarım ve üretim süreçlerinden kullanım süreçlerine mekansal çözümlemelerin zorluğuna işaret eder. Mekan sentaksı (Şekil 5.14) ortaya konulan teori ve mekansal ölçüm araçlarıyla birlikte görünenden ziyade gizli anlamlarında araştırılmasına imkan sağlayarak mekanlarda kodlanmış anlamaları çözümlemektedir (Şişman, 2015).



Şekil 5.14. Mekansal bağıntılar ve yerleşim verisi (Elsayed ve diğerleri 2016)

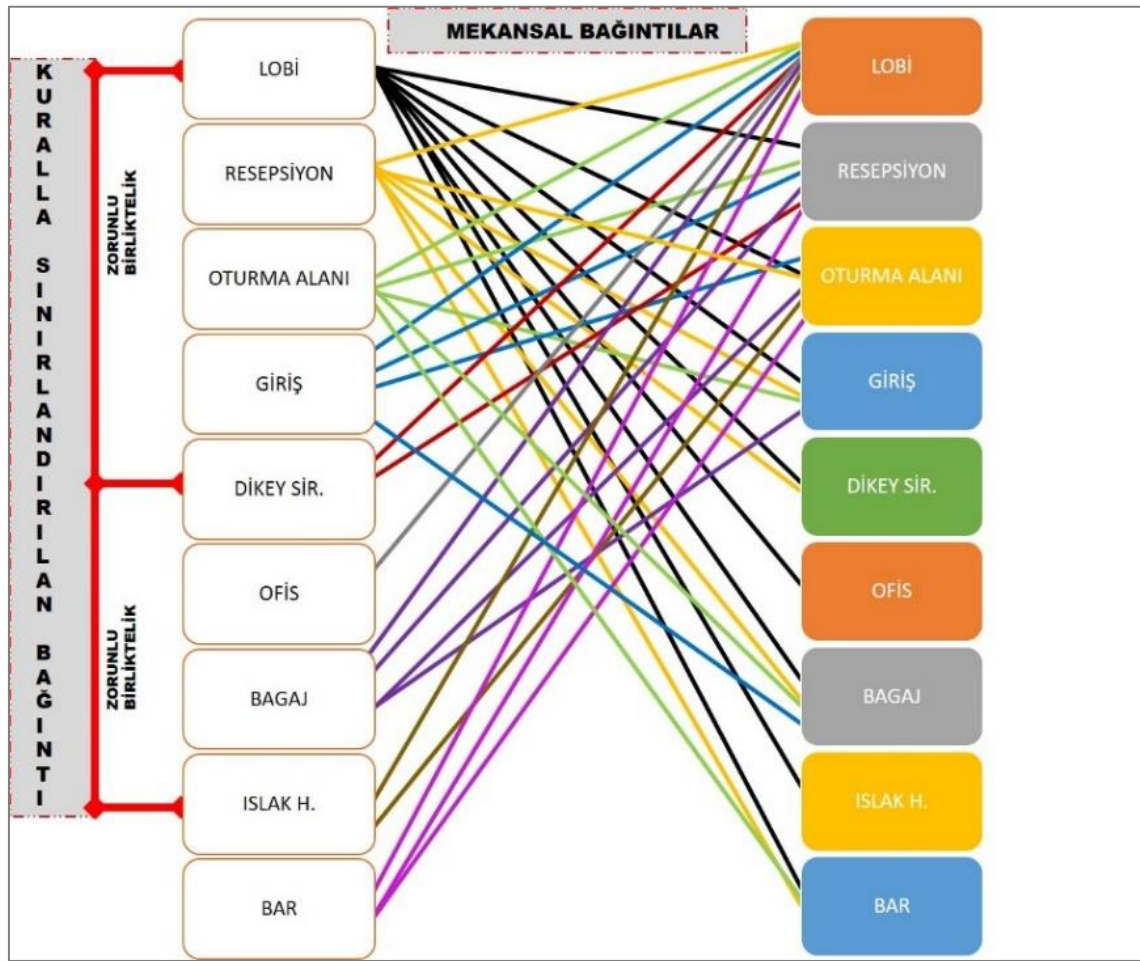
Bu çalışma kapsamında mekansal bağıntılar iki farklı temel veri üzerine kurgulanmıştır. Bu kurgu ile;

- Kural, kısıtlayıcı ve değişkenler birincil bağıntıyı oluştururken (kuralla sınırlandırılan bağıntı);
Bu bağıntı zorunlu birliktelik, zorunlu gruplama, karşıt gruplama, zorunlu ayrılık vb. kurallar ile algoritmaya tasarımcı kısıtlamaları eklenmiştir. Bu kurallar bütünü ile

tasarımcının, birbirleri ile kuramayacağı kadar fazla bağıntının, algoritma sayesinde yönetilebilir ve her oluşturulan alternatifin kurala uygun olarak türetilmesine imkan verilmiştir.

- Mekansal bağıntılar ise birbirleri arasındaki ilişkisel durumu (mekansal bağıntılar) kurgulamanın verisini ortaya koymaktadır.

Mekanların gruplandırılmış paketleri ve de bu paketlerin birbirleri arasındaki bağıntının kurgulanmasında bağıntı kuralları tanımlanmıştır.

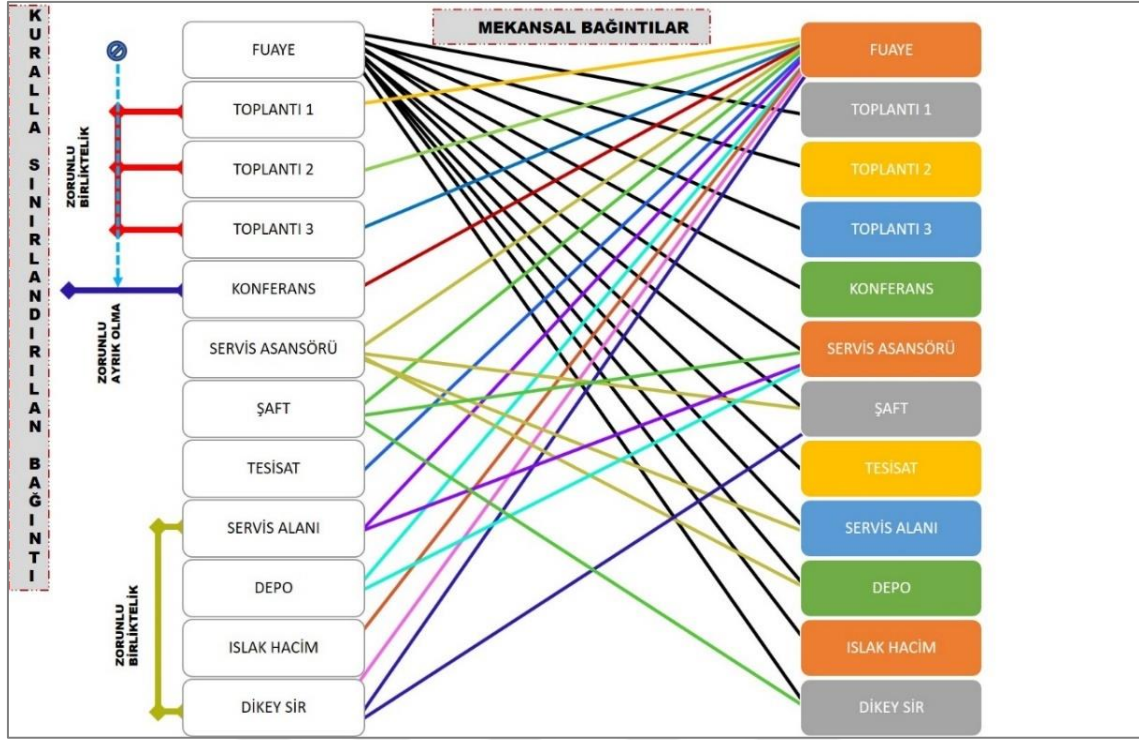


Şekil 5.15. Lobi paketi bağıntıları

Lobi paketinde kurallı sınırlandırılan bağıntı kapsamında (Şekil 5.15),

Zorunlu birliktelik kuralı ile;

Lobi-dikey sirkülasyon-ıslak hacim mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.



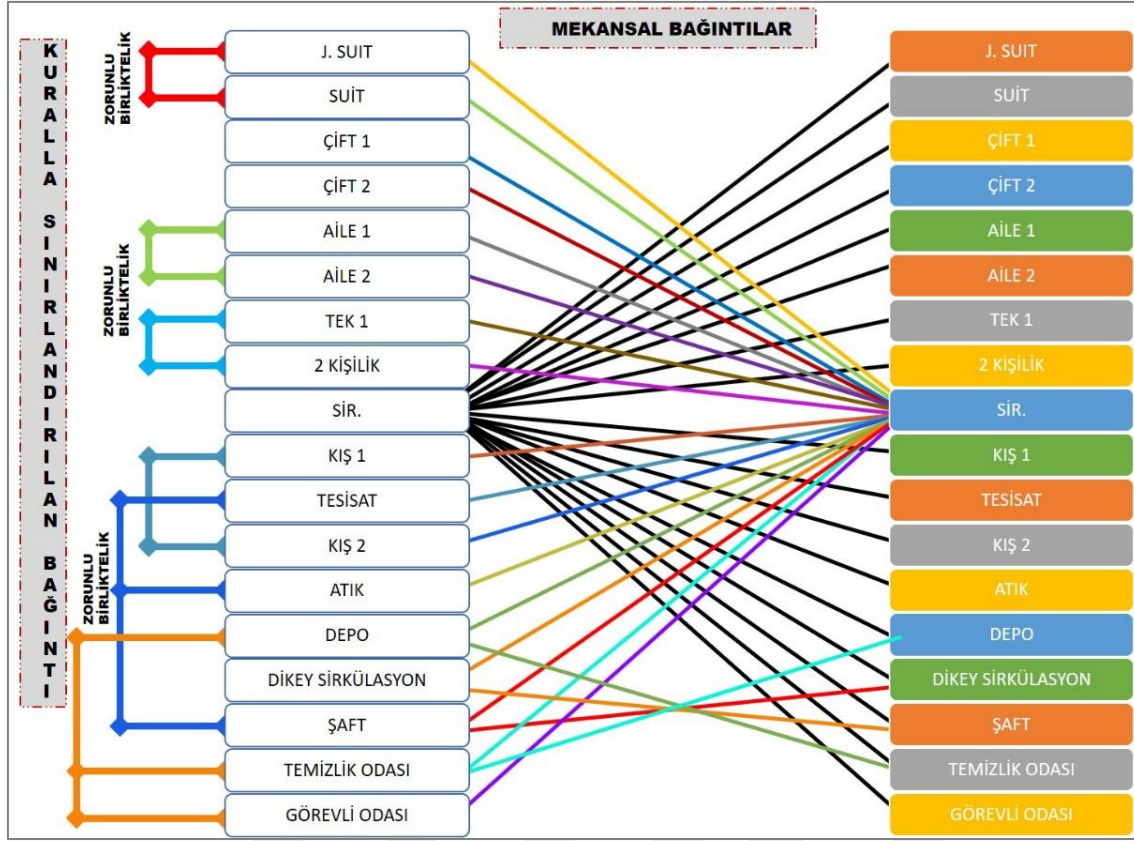
Şekil 5.16. Toplantı paketi bağıntıları

Toplantı paketinde kurallı sınırlandırılan bağıntı kapsamında, zorunlu birliktelik kuralı ile (Şekil 5.16);

- Toplantı 1- toplantı 2- toplantı 3 mekanları birbirleri ile bağıntılanmış,
- Servis alanı-dikey sirkülasyon mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.

Zorunlu ayırık olma kuralı kapsamında;

Konferans salonunun mekanından zorunlu birlikte olan toplantı 1- toplantı 2- toplantı 3 mekanlarının ayırık olması tanımlanmıştır.



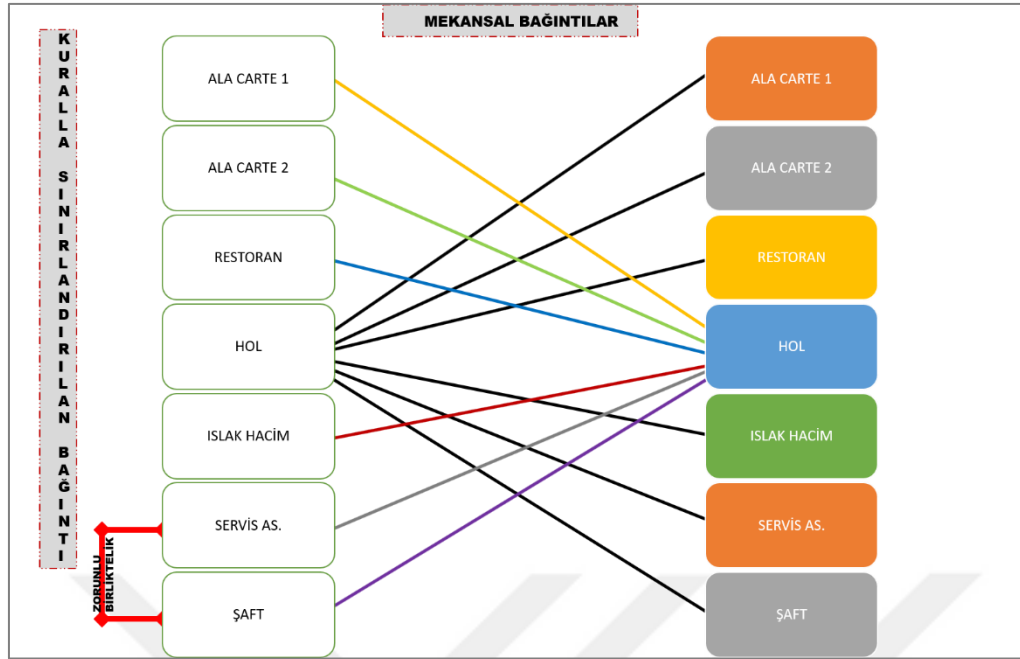
Şekil 5.17. Oda paketi bağıntıları

Oda paketinde kurallı sınırlandırılan bağıntı kapsamında, zorunlu birliktelik kuralı ile (Şekil 5.17);

- J. süit oda ve süit oda mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.
- Aile 1 ve aile 2 oda mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.
- Tek 1 ile 2 kişilik oda mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.
- Kış bahçesi 1 ile kış bahçesi 2 mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.
- Tesisat odası-atık odası ve şaft mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.
- Depo-temizlik odası-görevli odası mekanları birbirleri ile bağıntılanmıştır.

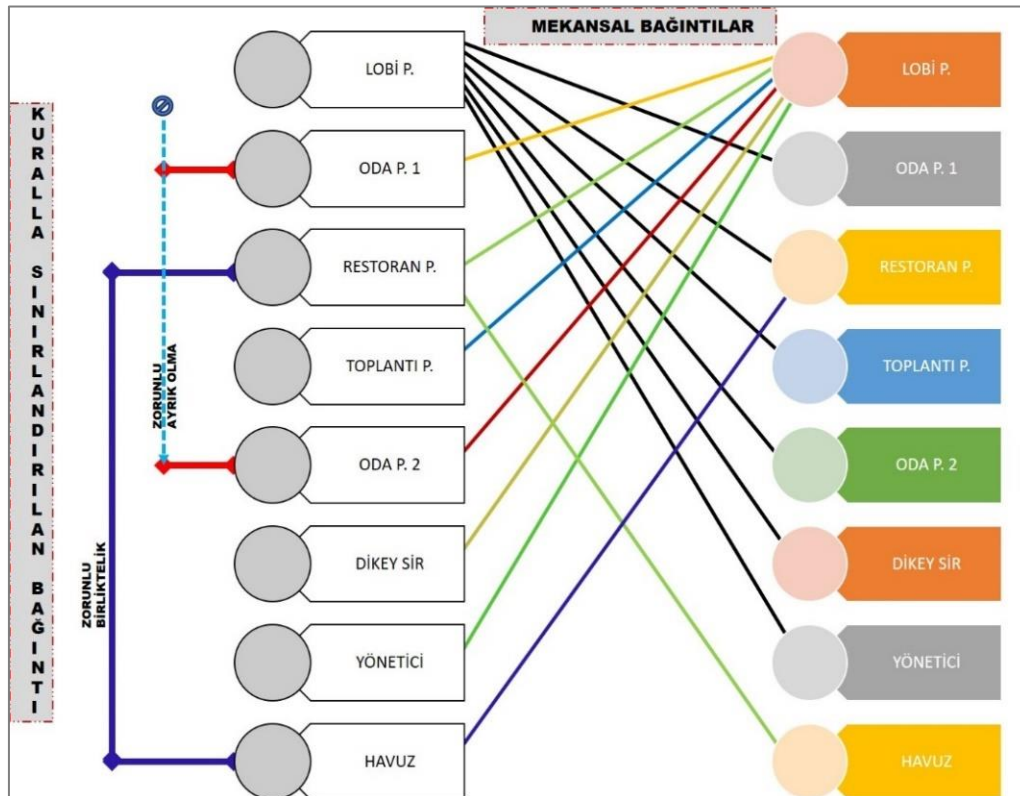
Restoran paketinde kurallı sınırlandırılan bağıntı kapsamında, zorunlu birliktelik kuralı ile;

Servis asansörü ile şaft mekanları bağıntılanmıştır.



Şekil 5.18. Restoran paketi bağıntıları

Oluşturulan bu mekan paketleri arasındaki kurgu da bütünsel bağıntılar kapsamında tanımlanmıştır (Şekil 5.18).



Şekil 5.19. Bütünsel bağıntıları

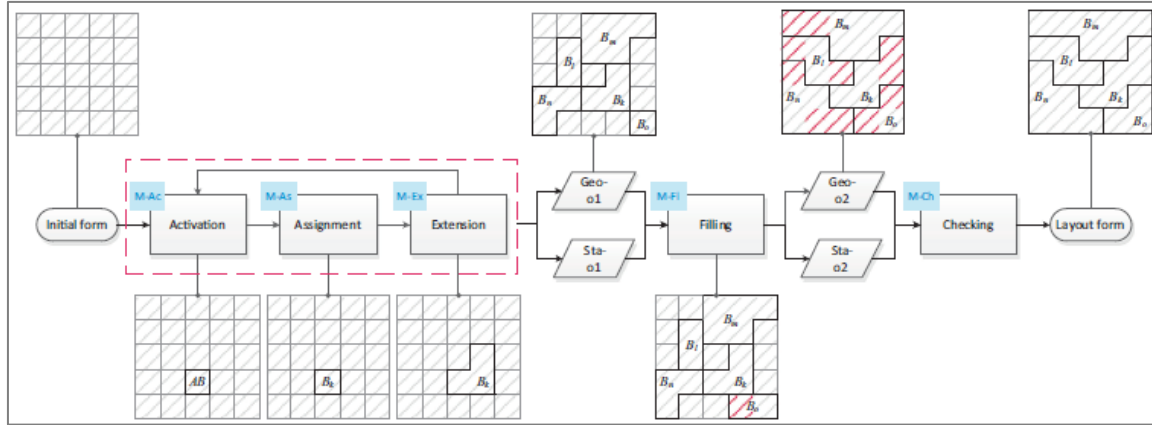
Oda paketinde kurallı sınırlandırılan bağıntı kapsamında, zorunlu birliktelik kuralı ile; havuz ve restoran mekan paketleri birbirleri ile bağıntılanırken, zorunlu ayrık olma kuralı kapsamında da iki oda paketinin birbirinden ayrı kurgulanması bağıntısı kurgulanmıştır (Şekil 5.19).

Oluşturulan bu kurgu hem mekansal bağıntılar kapsamında hem de kuralla sınırlanan bağıntılar kapsamında sınırsız verinin oluşturulabileceğini örneklemiştir. Ortaya çıkan bu kadar fazla verinin tasarımcı tarafından geleneksel yöntemler ile yönetilmesi, tasarıma katılması ve de değişkenler bağlamında eş zamanlı kurgulanabilmesi-değiştirilebilmesi bu süreci yönetilemez-kurgulanamaz hale getirmektedir. Bu kapsamda oluşturulan bağıntı kurgusu ile yapı bilgi yönetimi kapsamında model algoritmalarının taban verisinin oluşturulması hedeflenmiştir.

5.1.4. Algoritmik tasarım, parametrik tasarım, entegrasyon bağlamları ve araç olarak Dynamo-TestFit kullanımı

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan modelin bu aşamasında algoritmik tasarım, parametrik tasarım, entegrasyon bağlamları ve araç olarak dynamo-testfit araçlarının bu süreçte kullanım kurgusu tariflenecektir.

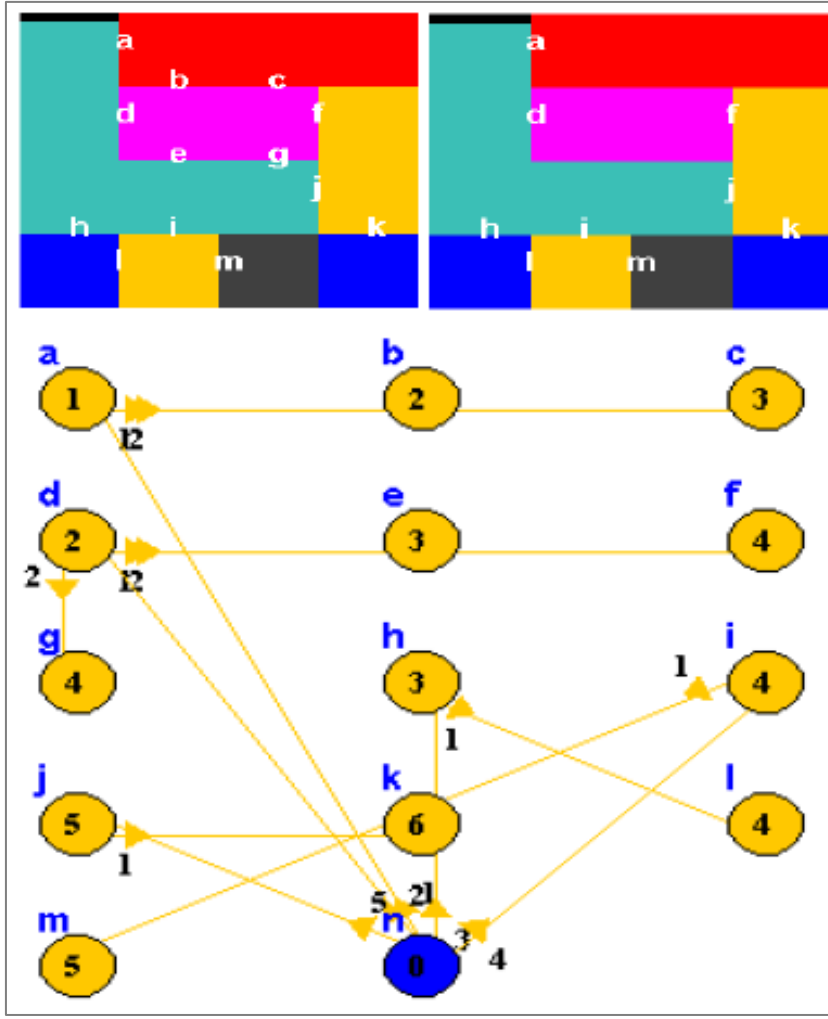
Algoritmik tasarım yaklaşımı birçok verinin bir arada kullanıldığı tasarım sürecinin yönetiminde ve kurgulanmasında kullanılmaktadır (Şekil 5.20). Bu süreç kural-kısıtlayıcı ve değişken bağlamlarında her tür elemanın kurgulanmasının yolunu açmaktadır. Algoritmik tabanda sürecin adım adım tariflenmesi ile alternatif çözümlerin kurgulanması hedeflenmektedir.



Şekil 5.20. Algoritmik modüllerin akış şeması (Hau ve Stouffs, 2018)

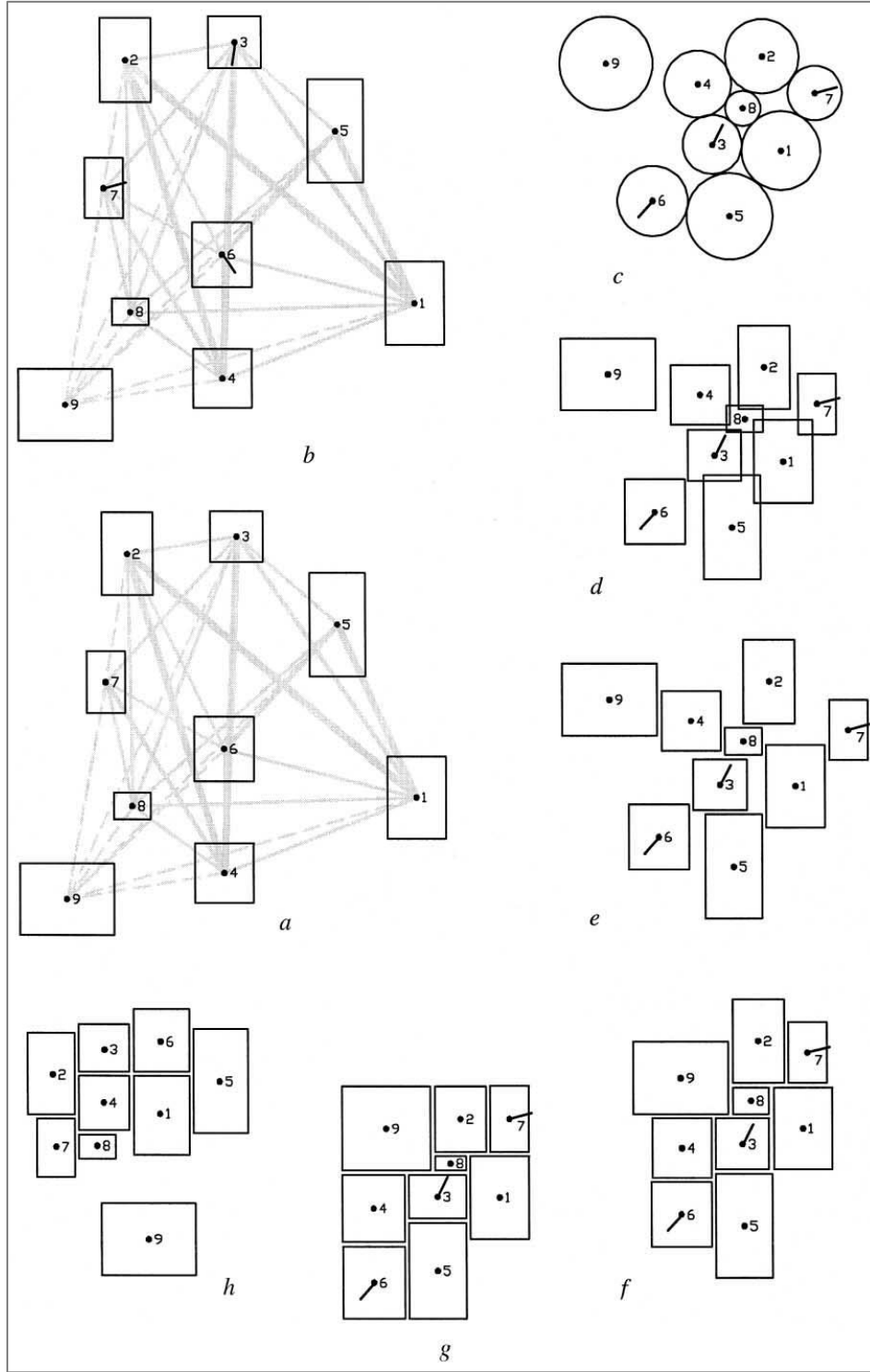
Mekanların birbirleri ile olan ilişkilerinin algoritmik tabanda ele alındığı bu bölümde algoritma kurgu aşamaları, parametrik yaklaşım ve mekansal bağıntıların bu kurguya eklemelenmesi tariflenecektir.

Le Corbusier (1993), mimarlık ürünlerini “yürünür” ve “gezilir” şeklinde tanımlar. İnsanların yürümesinden, yer değiştirmelerinden ve peşin sıra görünen mimari olgularının kaybedilmesinden bahseder. Corbusier, mimarlıkta bulunan “dolaşım” kavramını 1940’larda yaptığı söyleşilerde gündeme getirir. Mimari yapının dolaşılır ve yürünür olmasını şu şekilde ifade eder; “yaşayan mimarlık”. Mekanların birbirleriyle ilişkilendirilmesi bütün olarak bir kerede algılanamaz. Bunlar, Corbusier’in de ifade ettiği gibi mekanlardan birbirine geçişler, geçiş hareketleriyle hissedilir. Bundan dolayı mimari yapıyı ve çevreyi anlayabilme, anlatabilme olgusu mekan sentaksı yöntemiyle mekansal elemanlar ve mekansal elemanların ilişkisel özelliklerini somut olarak ifade etmekle olabilmektedir.



Şekil 5.21. Bağıntıların organizasyonu ve biçimleniş (Thakur, 2010)

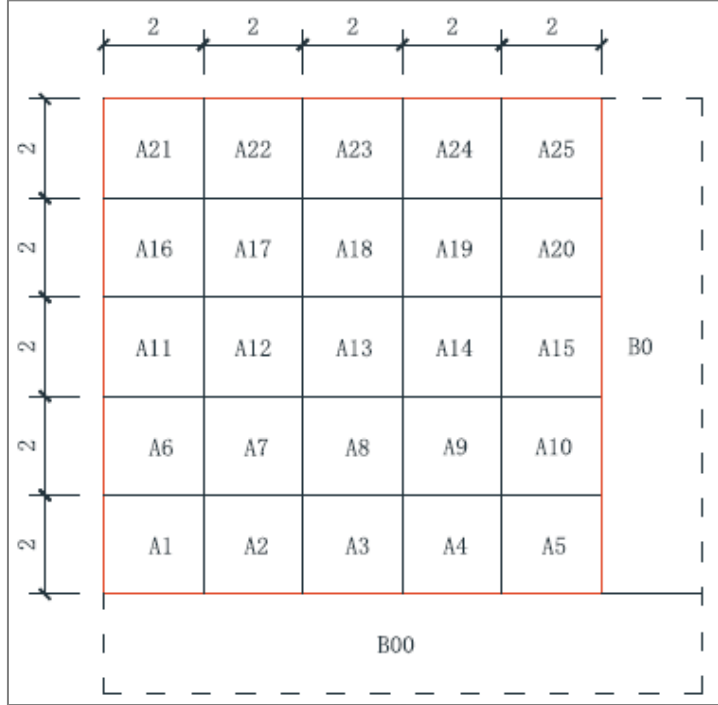
Mekanlar arası bağıntılarının kurgulanmasına algoritmik tasarım yaklaşımı ile bakıldığında veriler arasındaki sarmal bağıntılar anlaşılabilir bir biçime evrilmektedir (Şekil 5.21, 5.22). Bu bağıntılarının yorumlanması ile de algoritmik olarak yazılabilecek kod tabanlı sayısal veriler elde edilebilecektir.



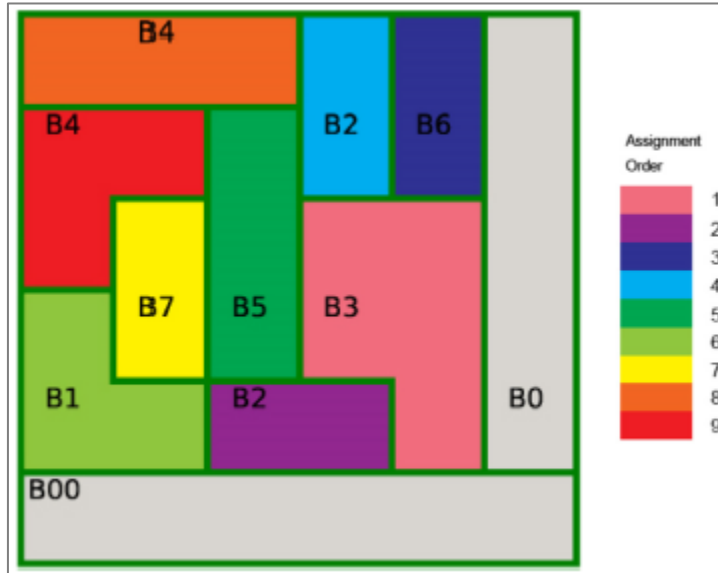
Şekil 5.22. Bağıntılar şeması (Arvin, 2002)

Algoritma tanımlamalarında sınırlı bir tasarım alanı oluşturmak mekansal dizilimlerin oluşturulabilmesi kapsamında birinci adımı tariflemektedir. Kural, kısıtlayıcı ve değişken bağlamlarında ele alınan algoritmalar bu sınırlı alan içerisinde dizilim alternatifleri

oluşturabilmekte olup değiştirilen veriler kapsamında da eşzamanlı olarak yeni veriler sunmaktadır.



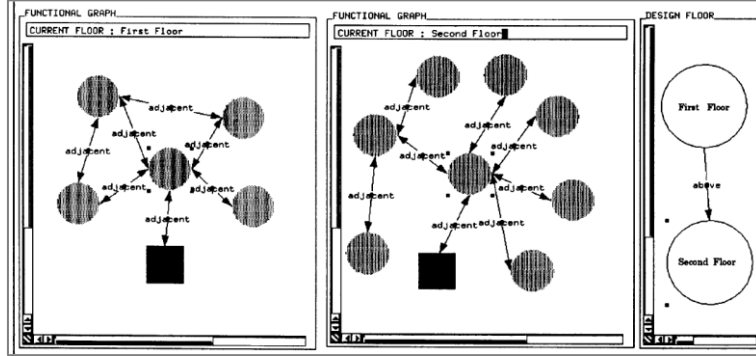
Şekil 5.23. Tasarım alanı sınırlandırma (Hau ve Stouffs, 2018)



Şekil 5.24. Yerleşim çözümleme örneği (Hau ve Stouffs, 2018)

Bu kapsamda gerekli verilerden bir tanesi mekanların belirlenmesi kapsamında yapılan çalışmanın veri sonucu olan boyutlandırmalardır. Bu analiz verileri ile algorithmada

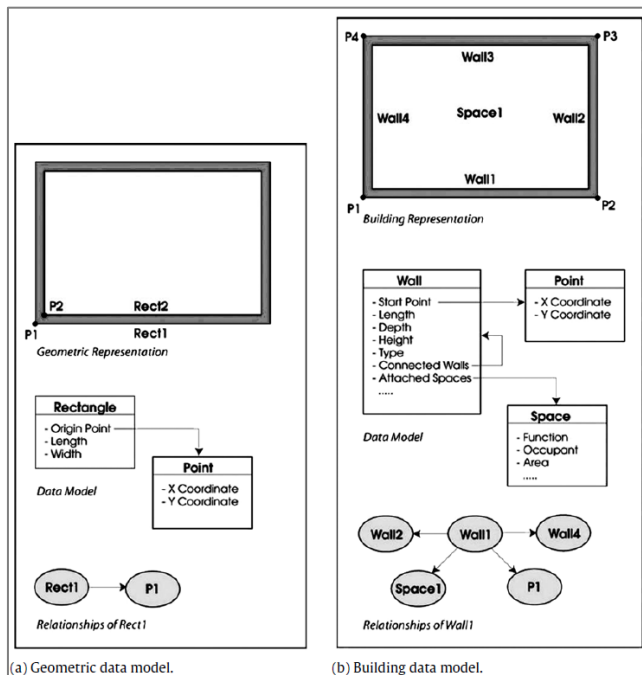
Oluşturulan algoritmik bağıntılar sadece tekil bir plan düzlemi bağlamında değildir. Sonsuz yazılabilen algoritmik kurallar ile sonsuz kısıt-kural tariflene bilinmektedir.



Şekil 5.27. Katlar arası bağıntı diagramı (Medjoub ve Yannou, 2001)

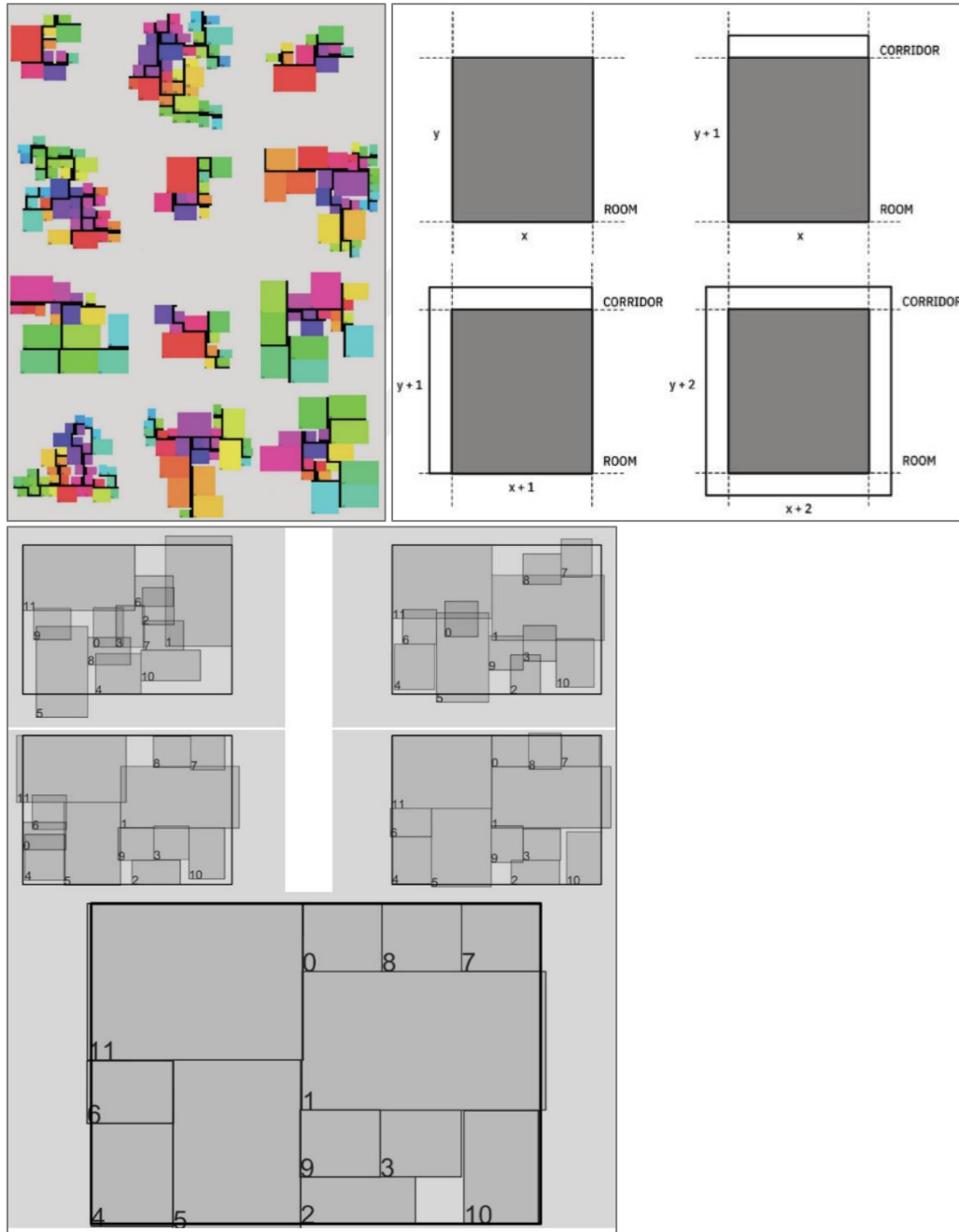
Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında oluşturulan algoritmalar parametrik olarak değişkenlik gösterebilir ve alternatiflerin oluşumuna katkı sağlar. Algoritmaların oluşturduğu sayısal bilgi modeli parametrelerinde eklemlenmesi ile minimum ve maksimum sınırlamaları dahilinde eşzamanlı ve dinamik bir yapıyı tarifler (Şekil 5.27).

Algoritmaların tariflediği veri yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında yorumlanarak geometrik verinin model verisi haline evrildiği görülmektedir (Şekil 5.28).

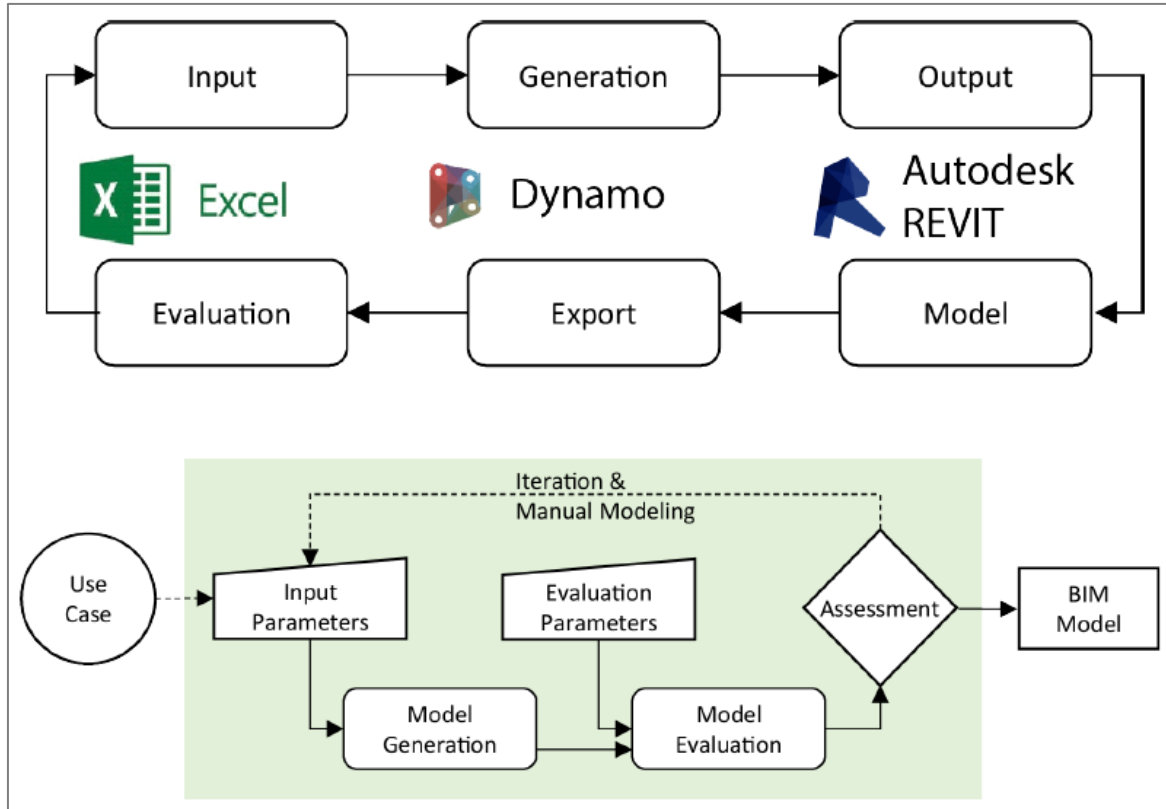


Şekil 5.28. Geometrik verinin yapı bilgi modelinde temsili şeması (Jeong ve Ban, 2011)

Bu çalışma kapsamında algoritmaların oluşturulması, kurgulanması ve yorumlanması süreci “Dynamo” aracı ile tanımlanacaktır. Yapı bilgi yönetimi modeli ile eşzamanlı ve entegre çalışan bu araç ile algoritmalar oluşturulacak ve değişken, kurallı ve dinamik bir model kurgusu ile alternatifler oluşturulacaktır. Bu araç ile algoritmik tasarım yaklaşımı kapsamında kurgusal bağıntı süreci bir sonraki aşama olan algoritma yazma aşamasına geçecektir (Şekil 5.29).



Şekil 5.29. Dynamo aracı alternatif üretme örnekleme (Garliov, 2018)



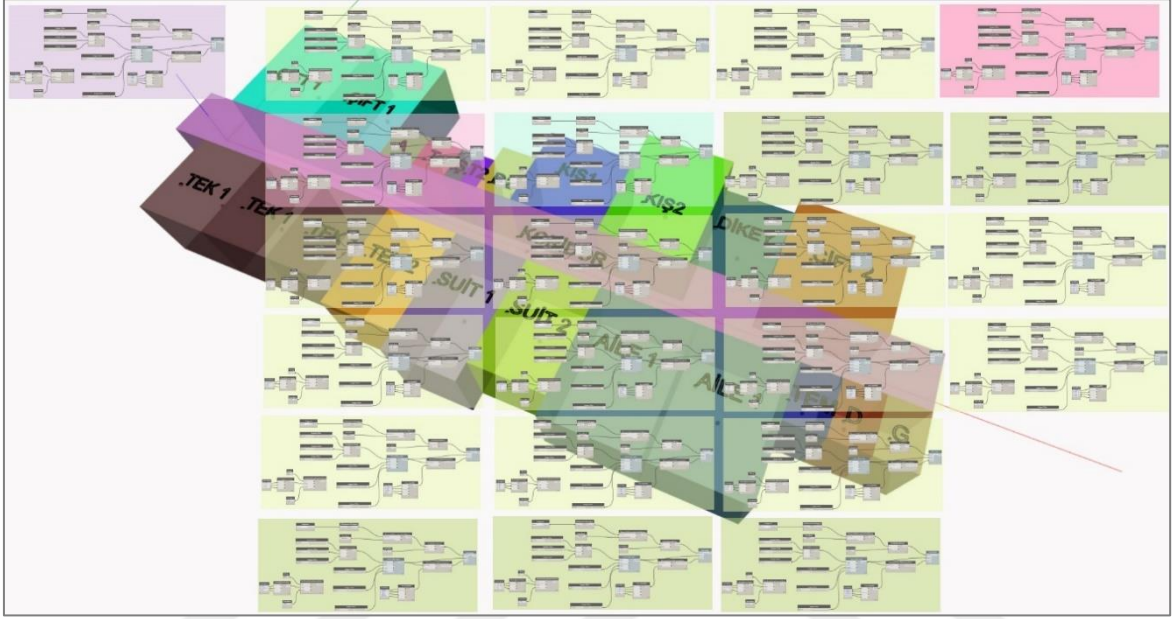
Şekil 5.30. Yapı bilgi yönetimine dynamo yazılımının eklenmesi (Pibal ve diğerleri, 2021)

Dynamo yazılımı revit ile entegre açık kodlu bir araçtır. Dynamo içerisinde yer alan parça kodlar birbirleri ile bağlanarak sayısal bir algoritmik veri sunmaktadır (Şekil 5.30). Burada oluşturulan algoritmik kodlar kullanıcının isteklerine göre revize edilebilir, değiştirilebilir ve geliştirilebilir konumdadır.

Bu çalışma kapsamında geometrik verinin mekan olarak algılanması, birleşme bağıntılarından veri olarak kurallı bir algoritma oluşturulması ve alternatif sonuç ürünler oluşturulması hedeflenmiştir. Ortaya çıkan sonuç ürünler algoritmik değişkenlere bağlandığından oluşturulan yapı bilgi yönetim modeli belirli kural-kısıtlayıcı ve değişken bağlamlarında dinamik bir yapıyı kurgulamaktadır. Bu ise erken tasarım evresinde sınırsız deneme imkanın yolunu açmaktadır. Aynı zamanda da denenen tüm alternatiflerin belirlenen bağıntılar bağlamında kurgulanmış olması denenemeyecek kadar fazla verinin tüm alternatifler içerisinde geçerliliğini zorunlu kılmıştır. Tasarımcının veri revize etme sürecinde eş zamanlı yeni alternatifleri oluşturması da algoritmik bakış açısı ile yapı bilgi yönetiminin evrilmesine örnek olarak sunulmuştur.

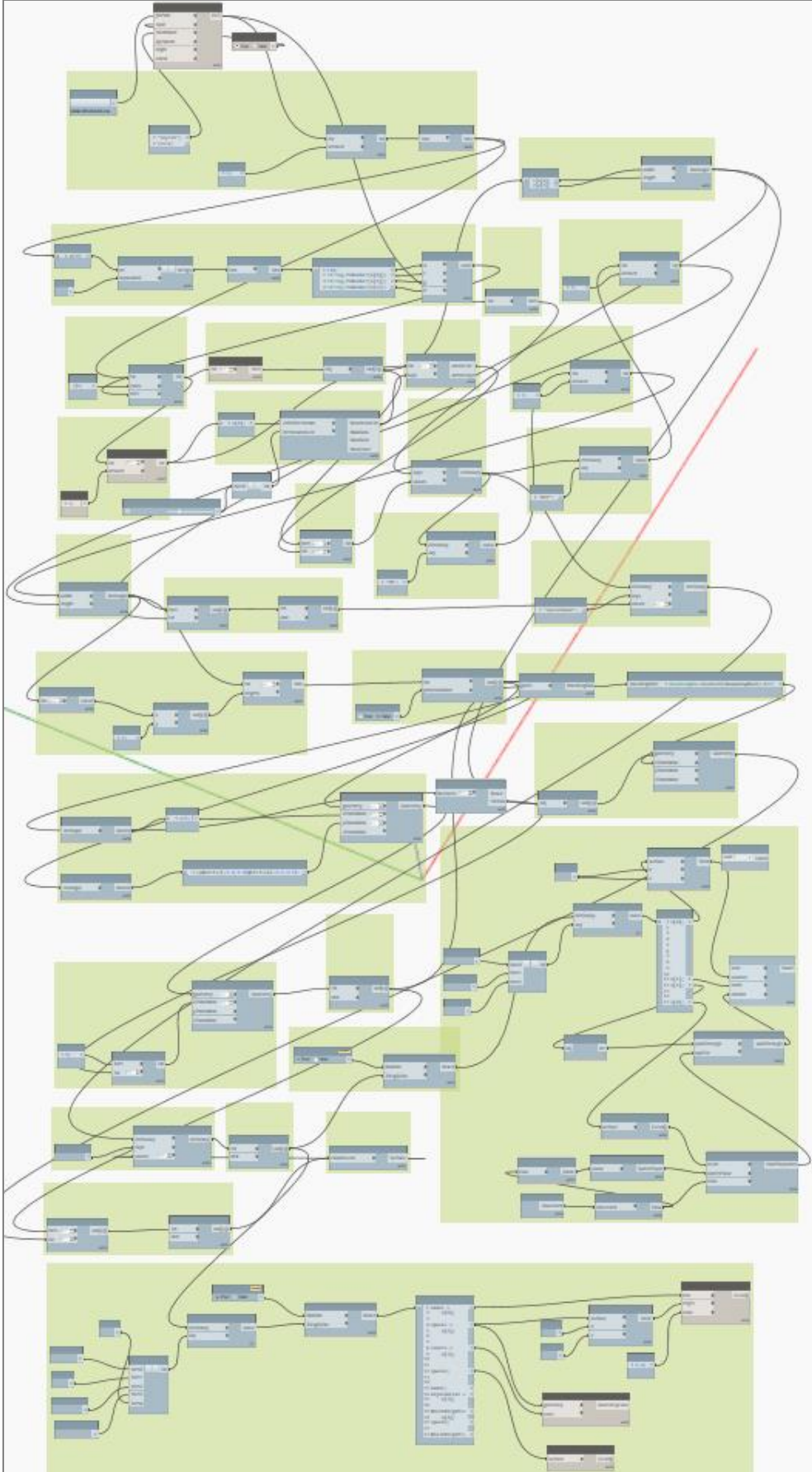
Yazılan algoritmalar iki farklı temelde ele alınmıştır. Bunlar;

- Mekan paketlemeleri kapsamında parça algoritmalar (Şekil 5.31),
- Bütünsel yaklaşım algoritmalarıdır (Şekil 5.32).



Şekil 5.31. Dynamo algoritmik kod kurgusu, parça algoritma

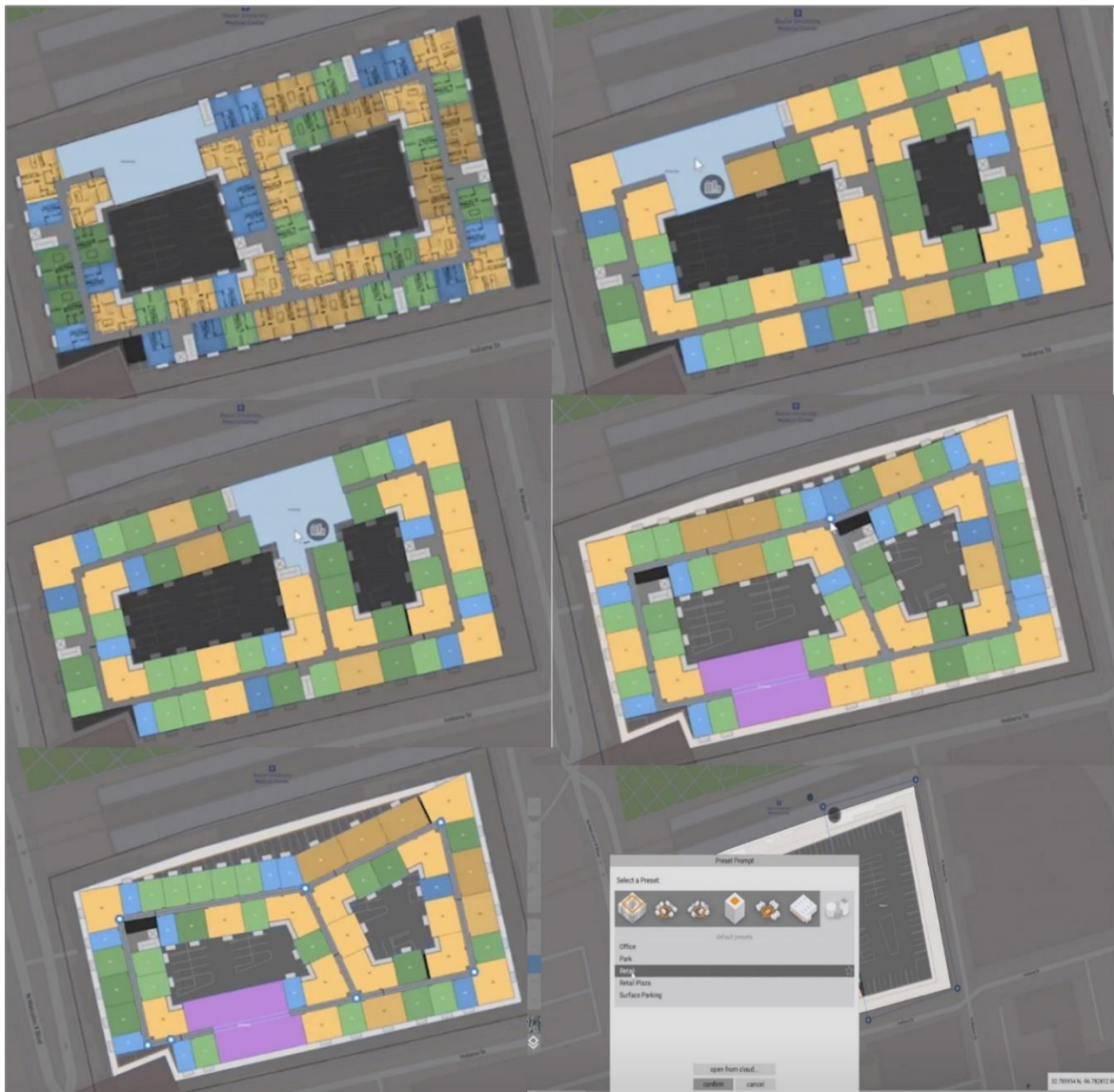
Mekan paketlemeleri kapsamında parça algoritmalar kapsamında birimlerin birbirleri arasındaki kurgu algoritmalar bağlamında çözümlenmiş ve Dynamo yazılımı ile kurgulanmıştır.



Şekil 5.32. Dynamo algoritmik kod kurgusu, bütünsel algoritma

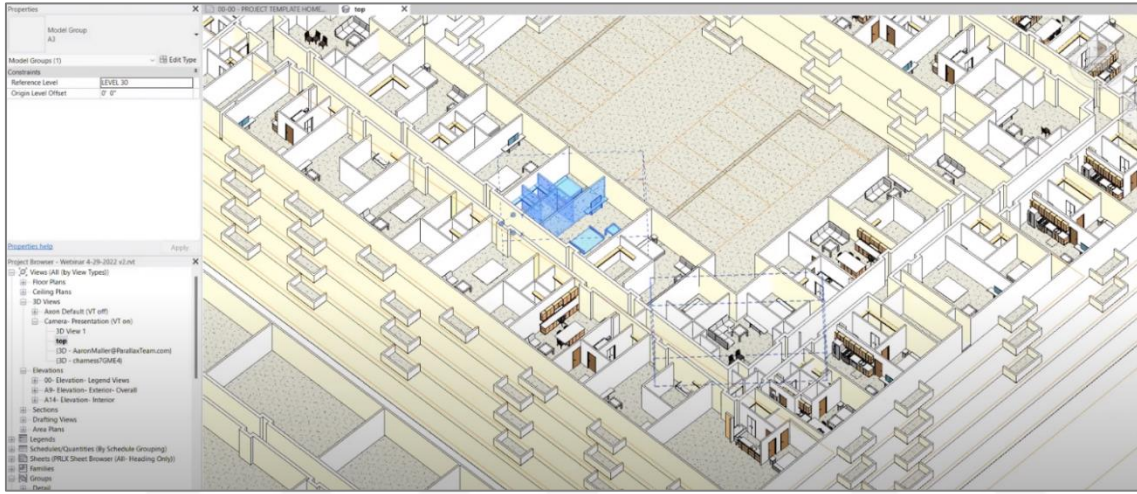
Dynamo algoritmik kod kurgusu kapsamında; bütünsel kurgu ile bütün paketler birbirine algoritmik olarak bağlanmıştır. Bütünsel bir algoritma elde edilmiştir. Bu algoritmik kod ile alternatif üretimi algoritması tamamlanmıştır.

Bu çalışma kapsamında Dynamo ile oluşturulan kurallı alternatiflerin yanı sıra Testfit aracının erken tasarıma katkı sağlanması kapsamında örneklem oluşturulması da incelenmiş, şablon bazlı ve parametrik üretim yapan bu yazılımın da sonuç ürüne katkı yapabilmesi bağlamında örneklemi paylaşılmıştır (Şekil 5.33).



Şekil 5.33. Testfit aracı alternatif süreci (Testfit)

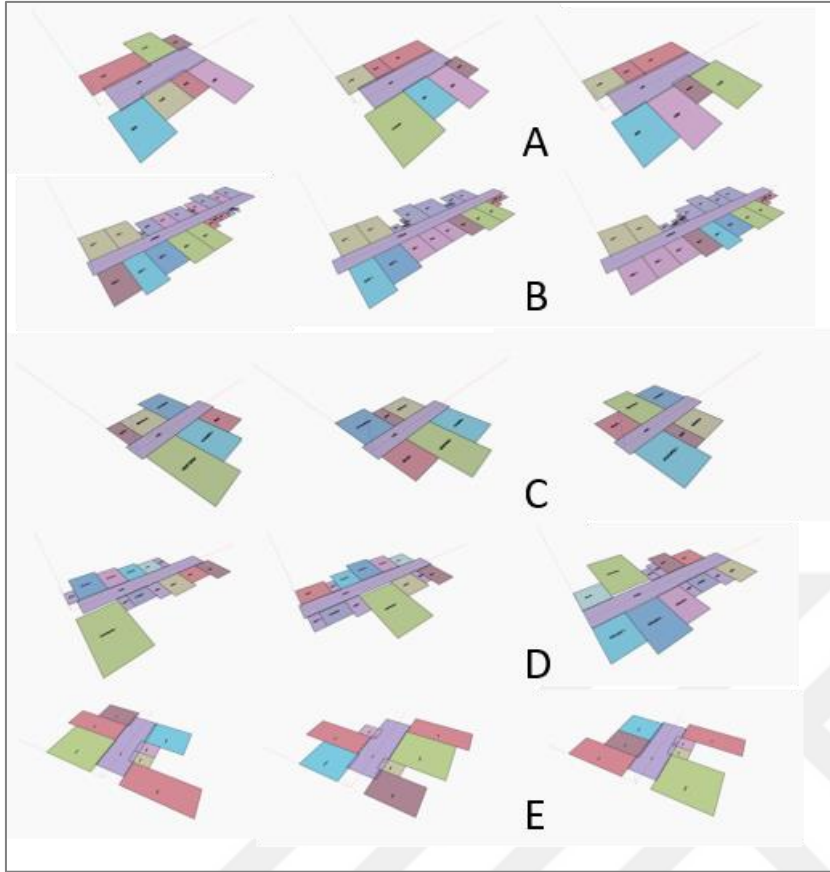
Testfit aracı kapsamında (5.34) mekanların tanımlanması, alan içerisinde şablon bazlı olarak otomatik çözümlenmesi, değişkenlere dinamik çözümler üretmesi, plan elemanları bağlamında parametrik verilerle yönetilmesi, kütle bazında kararlar alabilmesi, mekanların sürüklenerek revize edilmesi, alan sınırları bağlamında eş zamanlı çözüm üretmesi, kütleli değişimleri kurgulaması, eklenilen araçlar ile analiz verileri oluşturabilmesi, yapı bilgi yönetimi araçları ile entegrasyonu bağlamlarında ele alınmış olup, erken tasarıma katkısı sunulmuştur.



Şekil 5.34. TestFit aracı kullanım süreci ve revit aracı ile entegrasyonu (Testfit)

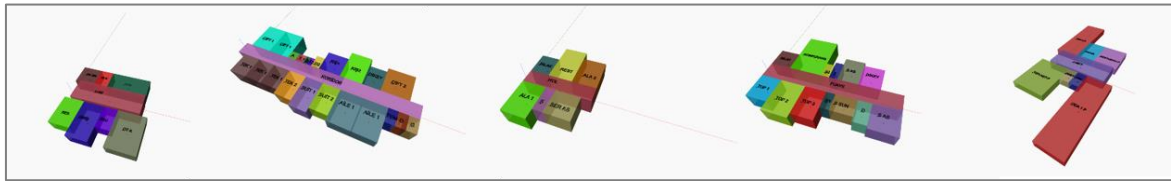
5.1.5. Alternatiflerin oluşumu, yorumlanması ve sonuç ürün

Yapılan çalışma kapsamında sınırsız kurallı alternatif elde edilmiştir. Hem mekan paketleri kapsamında hem de bütüncül parametrelerin sunduğu alternatifler (Şekil 5.35) bağlamında elde edilen bu veriler tasarımcıya yorumlanabilir bir erken tasarım sürecini yolunu açmaktadır.



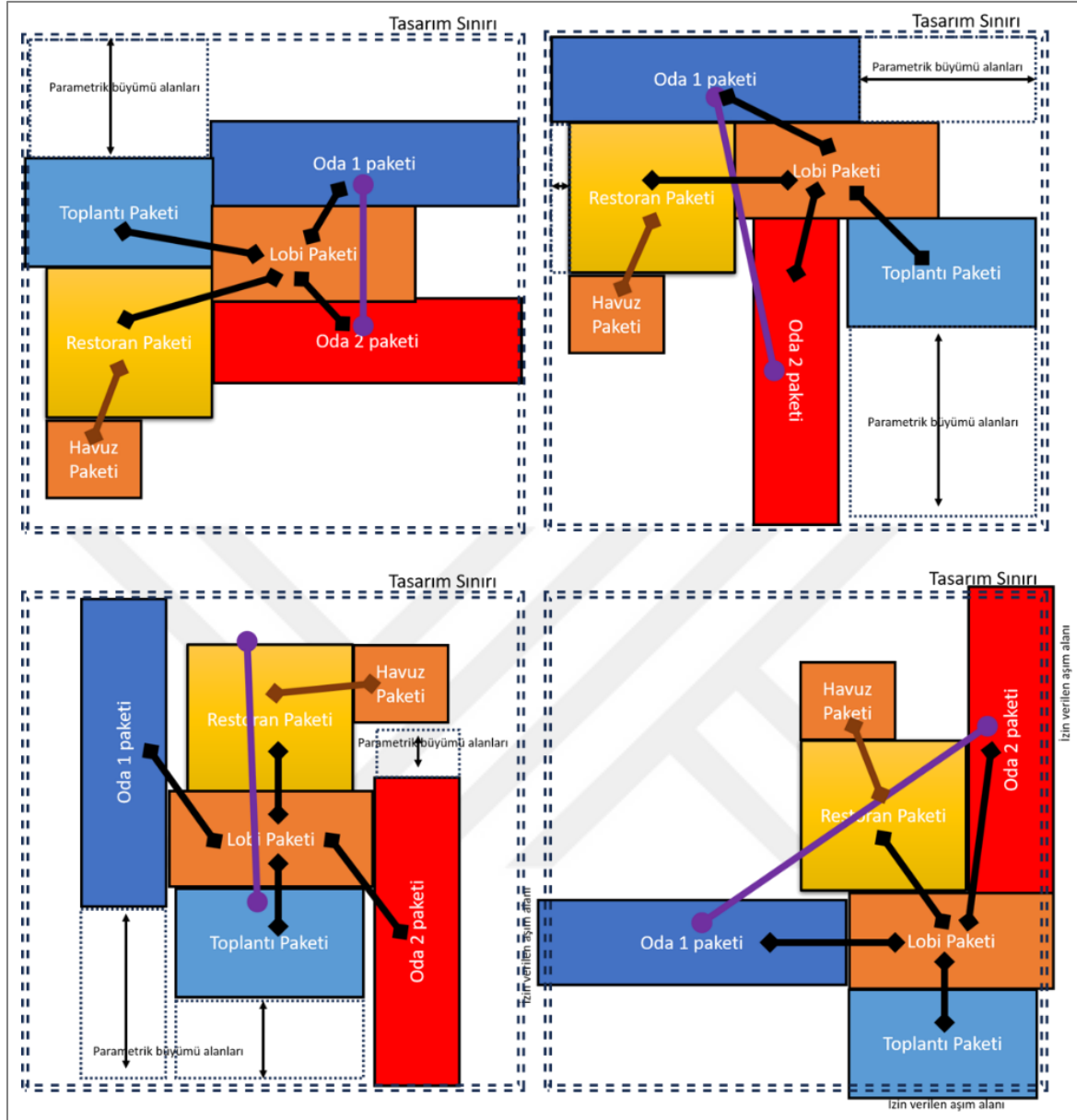
Şekil 5.35. Mekan paket alternatiflerinin dynamo aracında oluşturulması

Oluşturulan alternatifler aynı zamanda da üç boyutlu bir modeli tanımlamaktadır (Şekil 5.36). Bu ise hacimsel ve form kararlarına katkı sunma amaçlıdır.



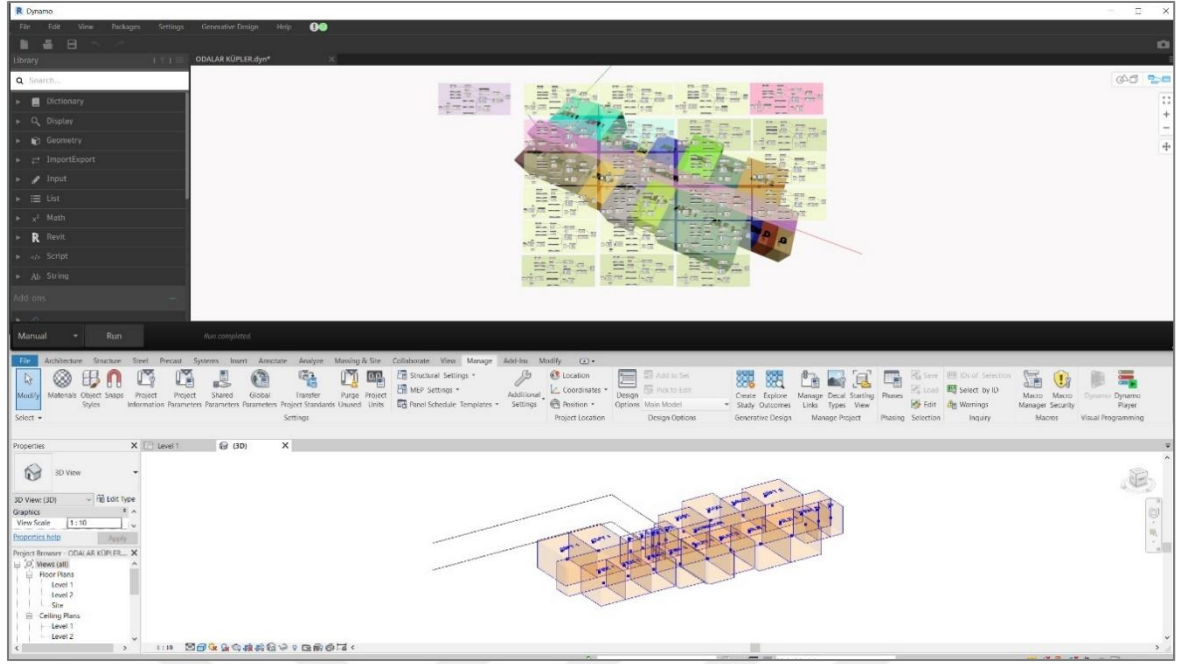
Şekil 5.36. Mekan paketlerinin Dynamo’da yükseklikleri ile ifade edilerek 3d model haline gelmesi

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan alternatifler erken tasarım evresi kapsamında yorumlanabilir ve değiştirilebilir bir kurgu içerisinde. Bu kurgunun amacı her alternatifin denenerek karar alma sürecini canlı tutmaktır. Algoritmik yaklaşım bağlamında bu alternatiflerin yorumlanması (Şekil 5.37) plan ve kütle bağlamlarında karar alma sürecine etki edecektir. Nihayetinde oluşturulan alternatifler dinamik bir süreci tariflerken aynı zamanda da kural bütünlüğünü korumaya yöneliktir.

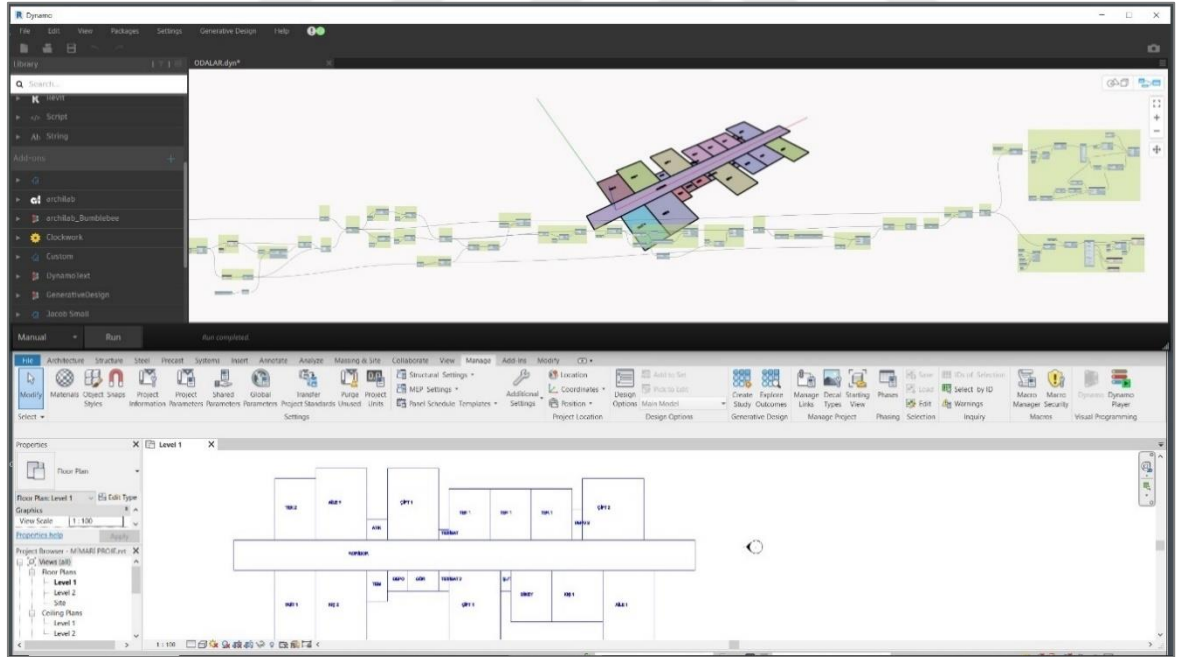


Şekil 5.37. Oluşturulan paketler arası ilişkisel konumlanma verisinin algoritmik yorumu

Yorumlanan veri erken tasarım evresinin canlı tutulması, dinamik değişkenlerin yorumlandığı, değiştirilebildiği bir süreci tanımlamaktadır. Bu kapsamda oluşturulan modelin yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeline altlık-taban verisi oluşturulması hedeflenmektedir. Oluşturulan model kurgusunun revit yazılımı ile entegere olması bu sürecin birinci adımıdır (Şekil 5.38, 39).



Şekil 5.38. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü (3 d görünüm)



Şekil 5.39. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü- Dynamo verisinin plana veri sağlaması

5.2. Kurallı, Entegre ve Senkron Paydaş Yönetimi

Gelişen teknoloji bilginin oluşturulması, yönetilmesi, yayılması, kullanılması ve proje süreci içerisinde farklı disiplinleri, süreçleri, bilgileri, sistemleri bir arada entegre edilmesini

mümkün kılmaktadır. Bu entegrasyonlar projede planlama, tasarım, zaman ve maliyet gibi konuların da birbirlerine bağlı ve tüm seçeneklerinin hızlı-doğru bir şekilde değerlendirilmesini sağlayacaktır. Gelişen teknoloji, değişen iş dünyası ve ekonomik şartlar ile rekabet ortamının artması bu entegrasyonları ve işbirliklerini (disiplinler arası çalışma) zorunlu hale getirmektedir (Shen vd., 2010)

Disiplinler arası iletişimi yapı bilgi yönetimi kapsamında ele alındığında, sorumlulukların tanımlandığı, veri paylaşımının tariflendiği, kaynakların yönetildiği, sorumluluk, yetenek ve bağımlılıkların tanımlandığı bir süreç yönetimi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bağlamda yapı bilgi yönetiminin “paydaş yönetimi”, “disiplinler arası proje yönetimi” kapsamında yapılan çalışmalar eklemlenecek araç ve yazılımlar ile gelişime açık ve geliştirilebilir konumdadır.

Birçok disiplinin bir arada yönetilmesi ve iş birliği içerisinde çalışması tekil disiplininin kendi dışında veri girdisi oluşturabilmesinin önünü açmaktadır. Bu da tekil disiplinin kendi bilgisi ötesinde bir çerçevede projeye katkı sağlamasının yolunu açmaktadır (N.J. van Rensburg, vd., 2016).

Bilginin yönetilmesi bir proje verisinin diğerine aktarımını da tetiklemektedir. Bu aktarım “tekerleği yeniden icat etme” riskini ortadan kaldırmakta ve performansı optimize etmektedir. Aksi taktirde bilgi bireyler tarafından edinilmekte ve yeniden kullanımı ve aktarımı söz konusu olmamaktadır (Kamara, vd., 2002).

Yapı bilgi yönetiminin geleneksel sürece ek olarak sunulan disiplinler arası yönetim kurgusunun geliştirilerek ve yorumlanarak evrilmesi kurallı, entegre ve senkron bir model haline getirilmesi bu çalışma kapsamında hedeflenmektedir.

Bu sürecin yönetilmesindeki aşamalar;

- Yapı bilgi yönetimi çerçevesinde uygulama planının kurgulanması ve yönetilmesi,
- Yapı bilgi yönetiminde kaynak yönetimlerinden biri olan zaman yönetimi bölümünün kurgulanması ve yönetilmesi,
- Disiplinler arası proje yönetiminde kısıtlamalar yapılarak bulut tabanında çalışan merkezi modelin tariflenmesi,

- Disiplinler arası yönetimin kural ve kısıtlayıcılar bağlamında iş birliği tabanında yönetilmesi,
- Disiplinlerden gelen verilerin merkezi bir model kapsamında sonuç ürün olarak ele alınması ve çakışma kontrollerinin yapılarak döngüsel algoritmaya dahil edilmesi

adımlarından oluşmaktadır.

Bu kapsamda çalışma evreni olarak yapı bilgi yönetimi bir çerçeve ve taban olarak belirlenmiştir. Disiplinler arası yapı bilgi yönetimi kapsamı disiplinlerin kesiştiği noktalar olarak kısıtlanmış bir örneklem model tasarlanmıştır. Oluşturulan bu model Yapı bilgi yönetimi modeline ek olarak girdi sağlayacak;

- Proje Yönetimi
- Yapı Bilgi Yönetimi Uygulama Planı (Bep),
- Disiplinler arası işbirliği “Collaboration”

eklentilerinin ve bu eklentilerin araçları olarak;

- Revit
- Ms Project
- Bim 360
- Naviswork

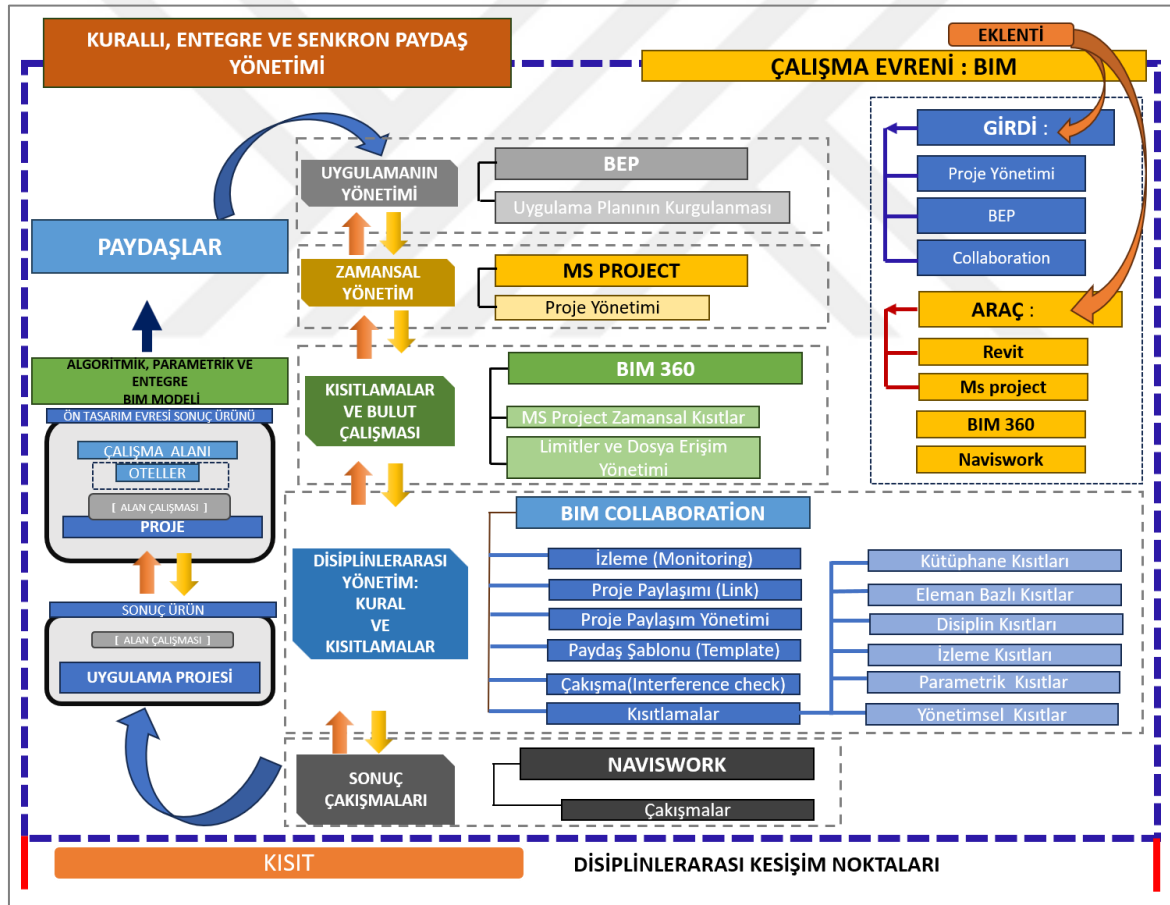
kullanılacaktır.

Oluşturulan merkezi model kurgusu ön tasarım evresinden gelen sonuç ürün ile başlama komutu alacak, bu kapsamda ara ürün olarak değerlendirilecek bu veri, paydaşların yönetilmesi modeli ile gelişecek ve evrilecek, ortaya çıkan sonuç ürün geri beslemeler ile ara ürünü tekrar ve tekrar örgütleyecektir. Bu kurgu kurallı algoritmik bir tasarım tabanına oturtulduğundan kendini yenileyebilen, eşzamanlı-senkron veri üretebilen, değişkenler ile geri beslemelerin bir arada olduğu dinamik bir süreci tariflemektedir.

Bu model kapsamında;

- Kurallı yönetim,
- Entegrasyon,
- Senkronizasyon

tanımları üzerinden disiplinler arası kurgu bir süreç olarak ele alınacaktır. Bu süreç adım adım bir algoritma olarak tanımlanacaktır. Algoritmik tasarım yaklaşımı çerçevesinde yönetsel araçlar yorumlanacak ve kural-kısıtlayıcı ve değişkenle çerçevesinde kurallı bir yönetim modeli oluşturulacaktır (Şekil 5.40).



Şekil 5.40. Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi model algoritması

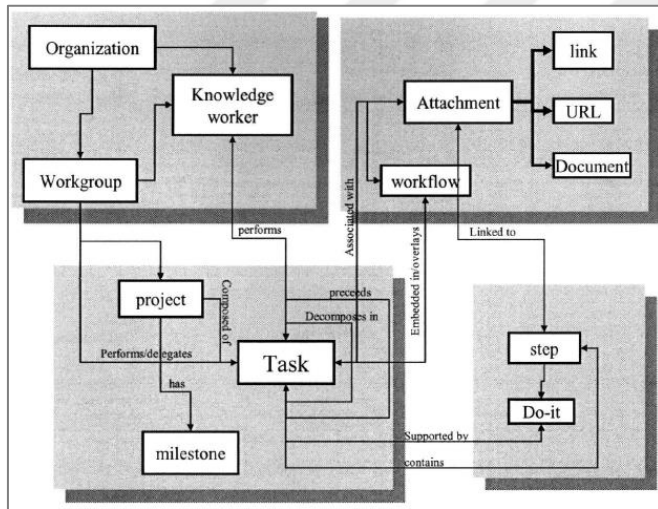
Algoritmik tasarım bağlamında ele alındığında yapı bilgi yönetimi sürecinin belirli kurallara bağlı olarak daha dinamik bir yapıya dönüştüğü gözlemlenmektedir. Bu kurallı yapı adım adım tariflenen işlemler kurgusunu tariflemektedir.

Bu bağlamda algoritmik tasarımın; sınırlı sayıda adımla bir problemin hesaplamalı olarak tariflenmesi, yeni bilgilerin üretilmesi ve bu bilgilerin yorumlanması, değişebilir ve modüler (Terzidis, 2002) olması özelliklerinden faydalanılacak olup oluşturulacak yapı bilgi yönetimi modelinin kurgusu, model içerisinde tariflenen tüm adımlar ve yönetilmesi ve de uygulaması bu bakış açısı özelinde-çerçevesinde yorumlanacaktır.

Disiplinler arası yönetim organizasyonunu algoritmik tabanda ele alındığında, öğeler arasındaki bağıntının kurgulanması dört temel öğe üzerinden yorumlanmaktadır. Bunlar;

- Disiplinlerin arasında kurgulanan örgütlenme,
- Bilgi kaynakları arasında kurulan bağıntılar,
- Proje bağlamındaki görevler ve iş akışları,
- Adım adım tariflenen senaryonun yap-yapma (devam et- dur)

Gruplandırılmalarıdır (Şekil 5.41) (Kamara ve diğerleri, 2002).



Şekil 5.41. Yapı bilgi yönetimi bilgi yönetimi akış şeması (Kamara, vd, 2002)

Bu çalışma kapsamında bu dört öğe yapı bilgi yönetimi kapsamında sorgulanarak algoritmik yaklaşımla kesişim içerisinde yönetim kurgu süreci planlanacaktır. Farklı araç ve uygulamaların eklenmesi ile bu sürecin evrilmesi, entegre bir model çerçevesinde kurallı ve senkron bir hale getirilmesi hedeflenmektedir.

Disiplinler arasındaki kurgulanan örgütlenme ile oluşturulan merkezi model ile düzenli bir iletişimin sağlanması hedeflenmektedir. Bu modeli oluşturmak sorumlulukların ve iletişim bağınıtlarının çözümlenmesi ve tariflenmesi ile mümkündür. Geleneksel tasarım sisteminde farklı meslek gruplarının iletişimi birbirinden bağımsızken yapı bilgi yönetiminde bu kurgu model tabanlı olarak oluşturulmaktadır. Bu kurgu karmaşık olan iletişim sürecini yönetme hedefindedir. Birçok disiplinin bir arada görev aldığı bu süreç proje boyutuna da bağılı olarak birçok yönetsel sorunu ortaya çıkarmaktadır. Bu süreç hem disiplinler arası iletişimi sorgularken hem de bu çerçevede dosya-belge paylaşımı kurgusunun da oluşmasını yönetmektedir. Merkezi yapı bilgi yönetimi modeli kurallı bir paylaşım sunmaktadır.

Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında birçok disiplin bir arada çalışmaktadır. Bu durum sadece bir tekil proje veya bir topluluk içerisinde seçilen kaynaklar bağlamında değil birçok projenin eşzamanlı olarak yönetildiği farklı kaynakların bir arada ve optimize bir şekilde örgütlendiği bir model önerisi olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda disiplinler arası organizasyon ve yönetim daha karmaşık bir yapı haline gelmektedir.

Disiplinler arasında bir planlamanın kurgulanmasında;

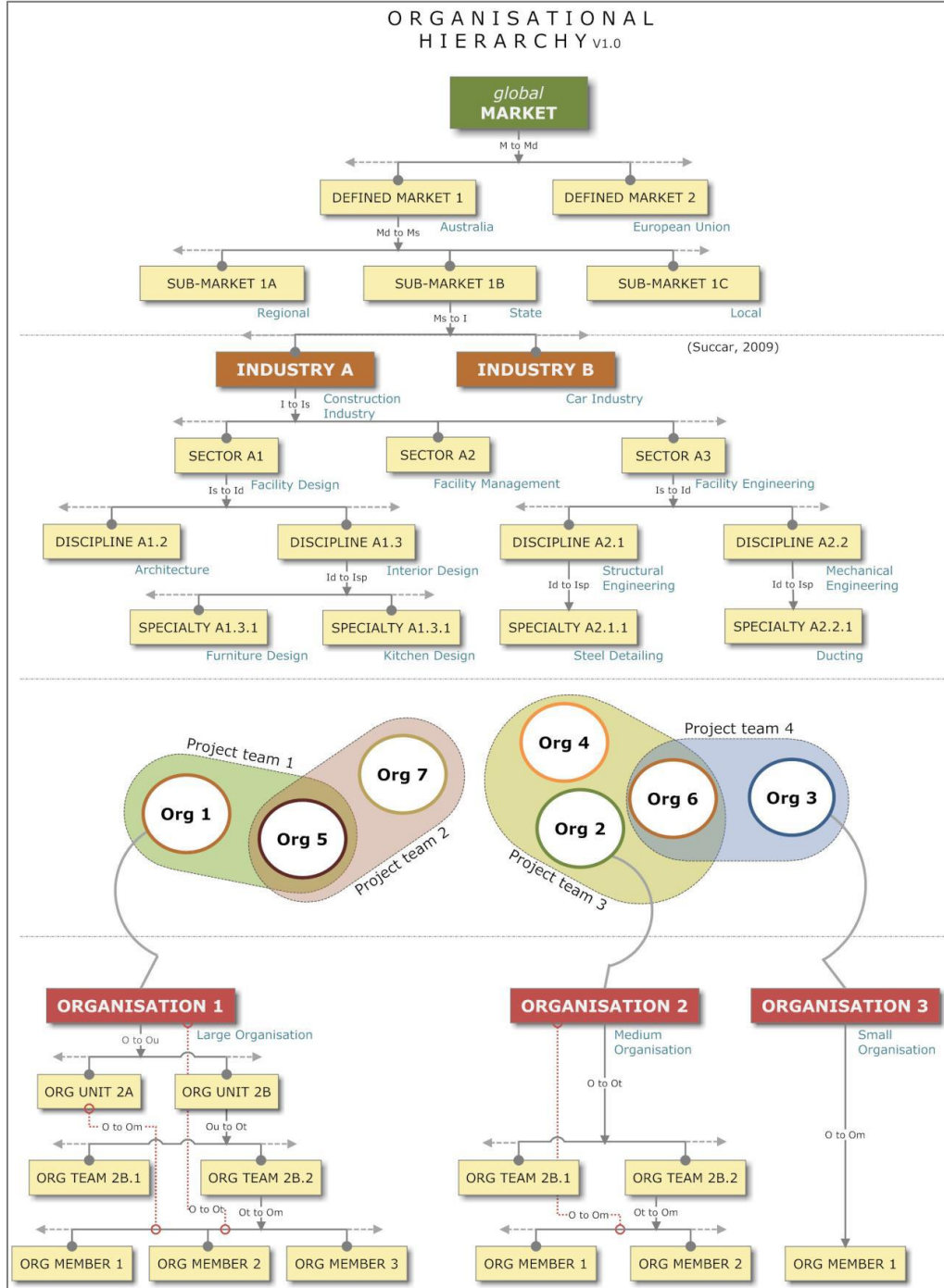
- Ekip üyelerinin sorumluluklarının belirlenmesi,
- Eş zamanlı çalışmanın yönetilmesi,
- Zaman koordinasyonunun yönetilmesi,
- Model üzerinde iş birliğinin sağlanması,
- Yeterli ayrıntı düzeylerinin paylaşılması,
- Modelin her aşamasının kurgulanması,
- Sorumluluk ve yeteneklerin belirlenmesi,
- Kaynak yönetiminin kurgulanması,
- İletişimin sağlanması

gibi birçok olgunun birlikte ve koordineli olarak yönetilmesi gerekmektedir. (Becerik, vd, 2012)

Bu amaç doğrultusunda farklı meslek gruplarının birbirlerine karşı olan sorumluluklarının ve hiyerarşisinin tanımlanması gerekmektedir. Proje kaynak yönetiminin olguları ve

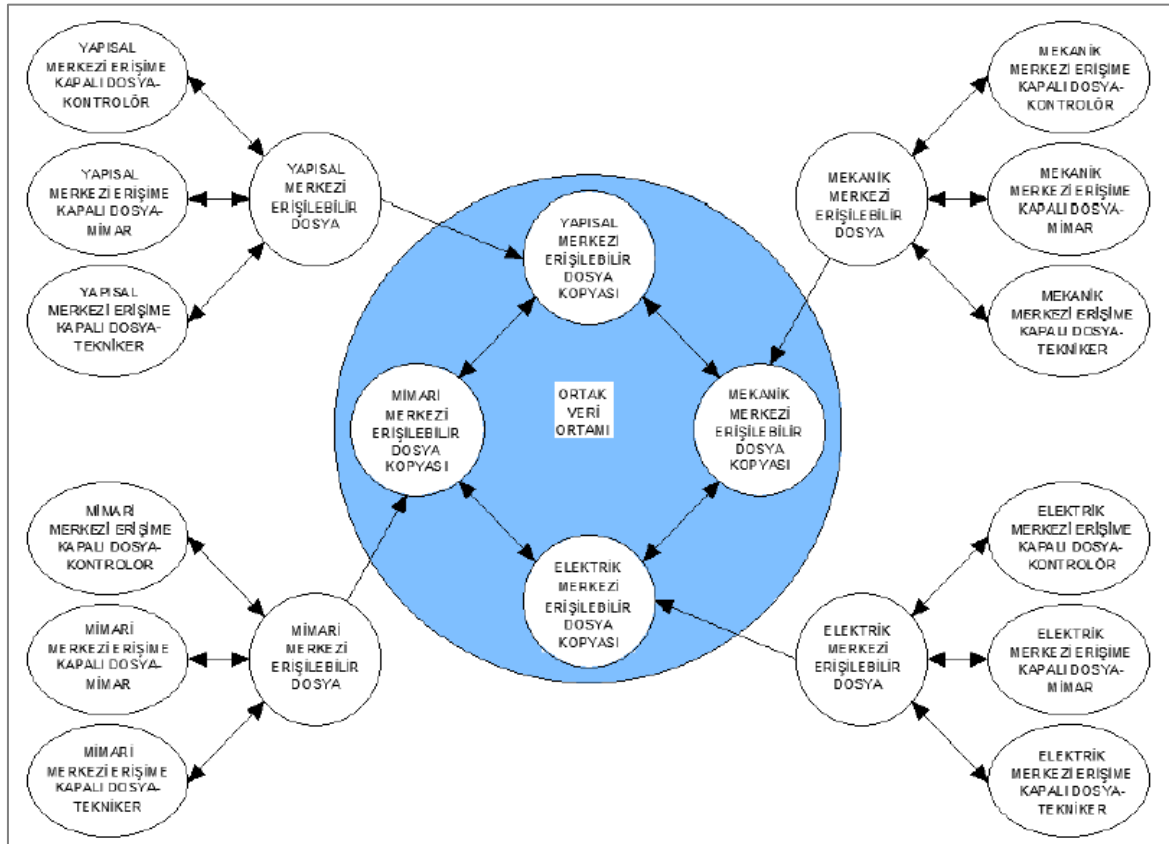
süreçleri bu modelin oluşumunda bir yönetim aracı olarak kullanılacak ve entegre modele veri sağlanacaktır.

Bu tanımlamalar belirli gruplamalar ile kaynak yönetiminin temelini oluşturacak ve tanımlanmış görevler için organizasyon oluşumuna temel oluşturacaktır (Şekil 5.42).



Şekil 5.42. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası hiyerarşik organizasyon şeması (Succar, 2010)

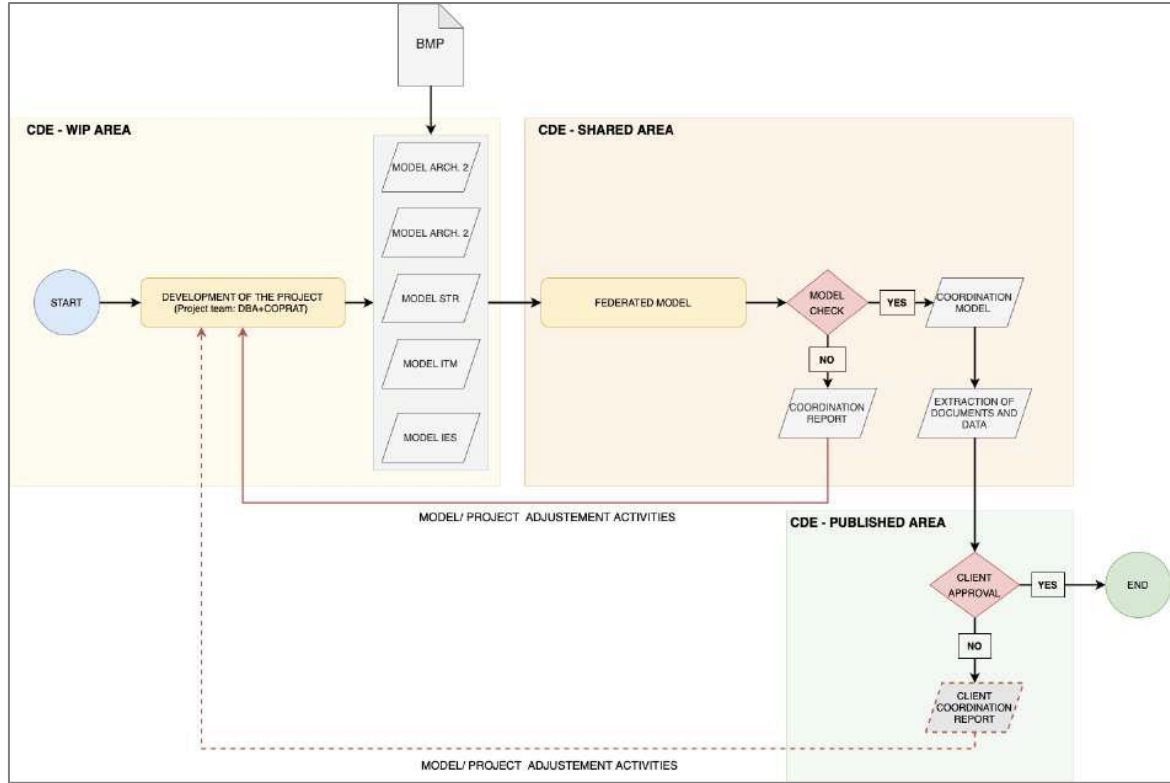
Yapı bilgi yönetiminde farklı disiplinler arası bağıntı kurulması kapsamında bir diğer olgu ise dosya-belge yönetimi/paylaşımıdır. Gruplamalar mantığında çalışan bu yapı birbirleri ile bağıntı kurulan dosyalar arasında eşzamanlı merkezi bir modelin yönetilmesini hedeflemektedir. Fakat bu merkezi dosya belirli erişim kuralları ile düzenlenmeli ve proje koordinatörü tarafından denetlenmelidir (Şekil 5.43). Oluşturulan veri modeli herkese gerektiği kadar veri sağlamalı ve her kullanıcı kendi kısıtları arasında veriyi yorumlayabilmeli, görebilmeli veya değiştirebilmelidir. Yapı bilgi yönetimi kapsamında kullanılan bazı araçlar (BIM 360) bu sınırlandırmaları oluşturmak için kullanılabilmektedir.



Şekil 5.43. Ortak veri ortamının kurgulanmasının şematize edilmesi (İUAS, 2016)

Yapı bilgi yönetimi sürecinde yer alan tüm disiplinler tüm proje belgelerinin oluşturulmasında model üzerinden hareket etmelidir. Proje belgelerinin oluşturulması, kılavuzlarda belirlenen standartlara uygun olarak düzenlenmesi, ölçülendirilmesi ve etiketlenmesi ve tüm eleman parametrelerinin tanımının yapılması gerekmektedir. Yapılan tanımlar ilgili disiplin tarafından yönetilmelidir ve direkt olarak modelle bağlantılı kurgulanmalıdır. Bu kurgu ile modelin revizesi ve güncellenmesi ile parametrelerinde eşzamanlı ve uyumlu değişkenlik göstermesi söz konusu olacaktır. Üç boyutlu modelde

yapılacak herhangi bir değişiklikte aynı bu kurgu bağlamında güncellenirken bu sürecin yönetilmesi ile de bir revizyon arşivi oluşmaktadır (İUAŞ, 2016). Bu arşiv daha sonra veya eşzamanlı olarak başlanılacak olan projelerin “proje kütüğü” bağlamında verisini oluşturacaktır. Bu veri yapılan hataların veya projede daha önceden çözümlenmiş olan yolların tekrar edilmesinin önüne geçecektir.

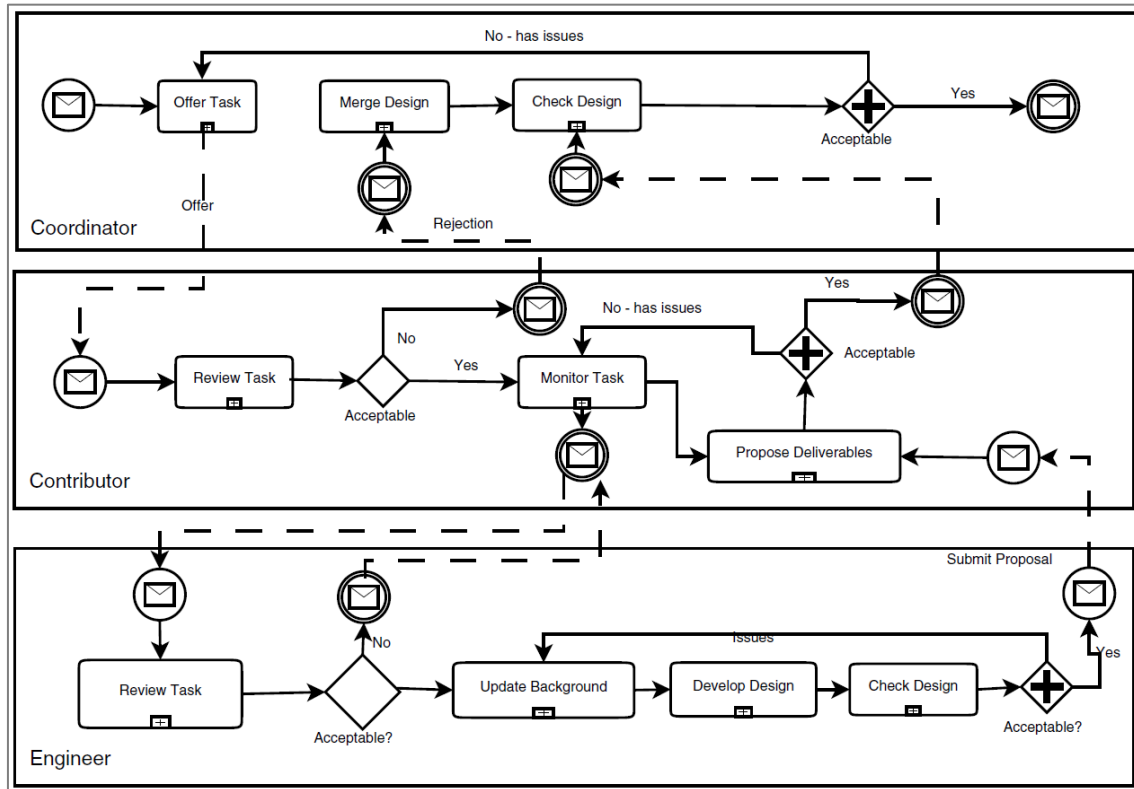


Şekil 5.44. Yapı bilgi yönetimi iş akış koordinasyonunun algoritmik şeması (Bigazzi, 2022)

Yapı bilgi yönetiminin tariflediği yönetsel süreç bir işin adım adım algoritmik olarak tariflenmesini de kapsamaktadır. Bütüncül bir modelin kurgulanması kapsamında çalışan bu kurgu farklı proje modellerinin bir arada entegrasyonu ile sağlanmaktadır (Şekil 5.44). Bu entegrasyon bir proje yönetimi algoritması ile tanımlanamamaktadır. Bu kapsamda algorithmada tanımlanan kontrol noktaları ve bu kontrol noktalarından alınan geri dönüş kapsamında projeye yön verme işlemi söz konusudur. Bu hem proje yönetiminin adım adım tariflenmesi kapsamında hem de yönetimdeki sürecin kontrolü bağlamında bir entegrasyonu tanımlamaktadır. Her oluşturulan ara ürününün dinamik bir biçimde geri beslemeye veri sunar nitelikte olması bu algoritmik yaklaşımın yapı bilgi yönetimine sağladığı diğer bir katkıdır. Bu çalışma kapsamında; algoritmik tasarım yaklaşımının daha kapsamlı ve

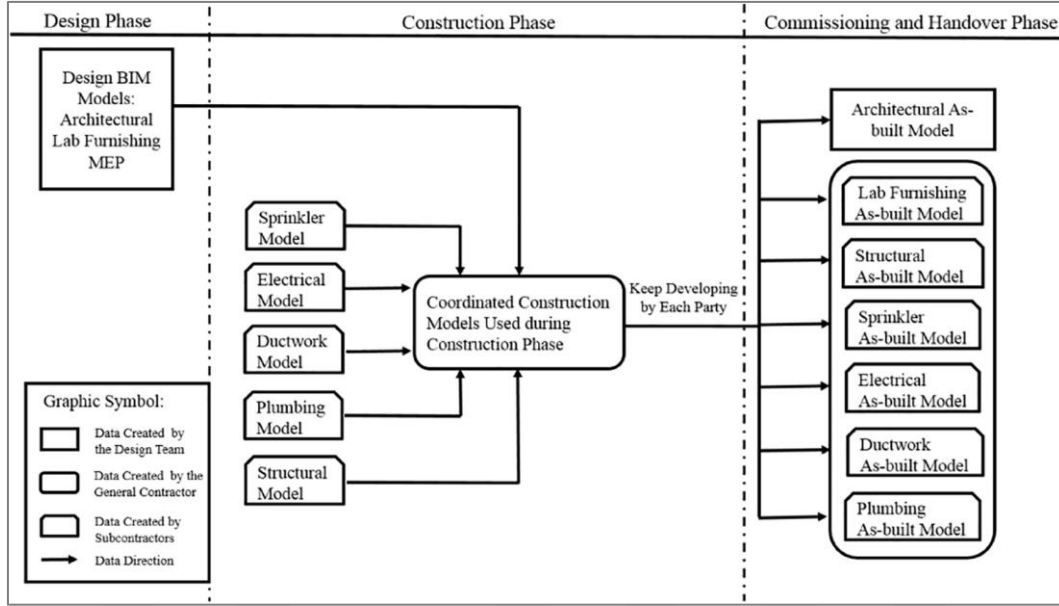
bütüncül olarak ele alması ile yapı bilgi yönetiminin farklı noktalara evrilmesi hedeflenmektedir.

Disiplinler arası koordinasyonun süreç modeli de algoritmik bir proje yönetim organizasyonunun kurgulanması ile çözümlenmelidir (Şekil 5.45). Bu süreç yönetiminde tariflenen algoritma; disiplinlerin sorumluluk-bağımlılık, iş akışı, sürecin tariflenmesi, kontrol noktaları sürecin yönlendirilmesi, geri beslemelerin entegre edilmesi, devam et-dur, başla-bitir gibi karar aşamalarının yönetilmesi ve verinin yönetilebilir-eklenebilir ve değişebilir olmasının yolunu açmaktadır.

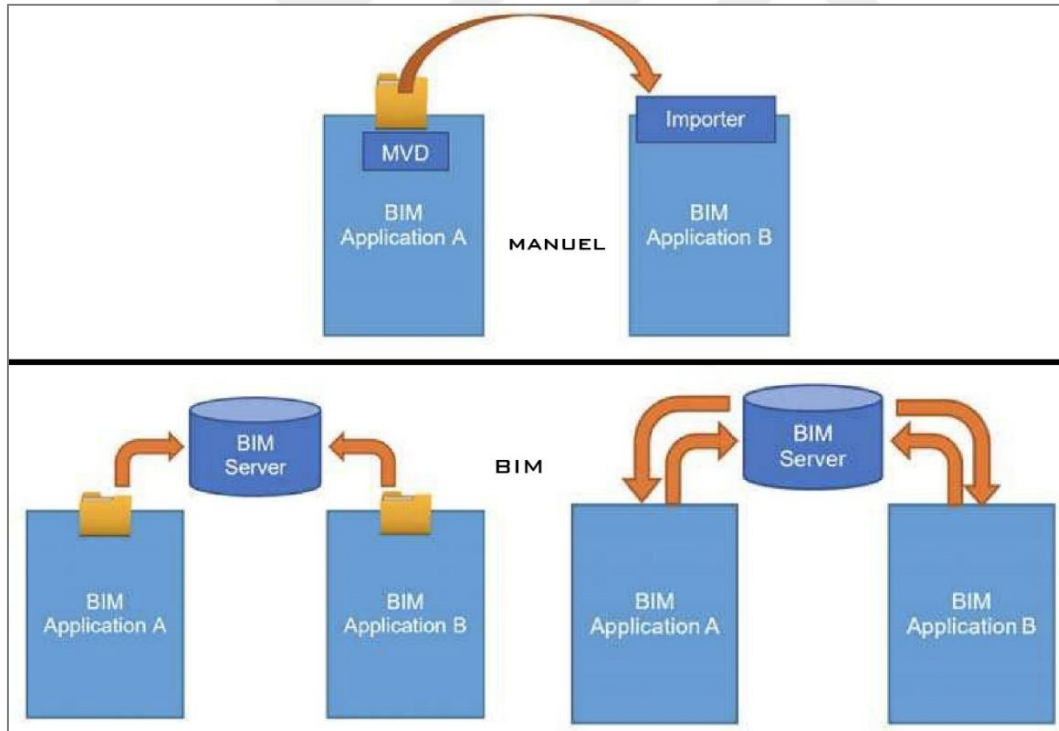


Şekil 5.45. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası süreç modeli (Beach ve diğerleri, 2017)

Merkezi bir model içerisinde yönetilen disiplinler birbiri arasındaki iletişimde ortak verilere ihtiyaç duyarlar. Bu merkezi model her disiplinin kendine ihtiyacı olan veriyi kullanılmasını sağlamak için kurgulanmıştır. Aynı zamanda ortak model üzerinde işlenen veri kümeleri etkileşim halinde tüm veriye etkilemektedir (Şekil 5.46).



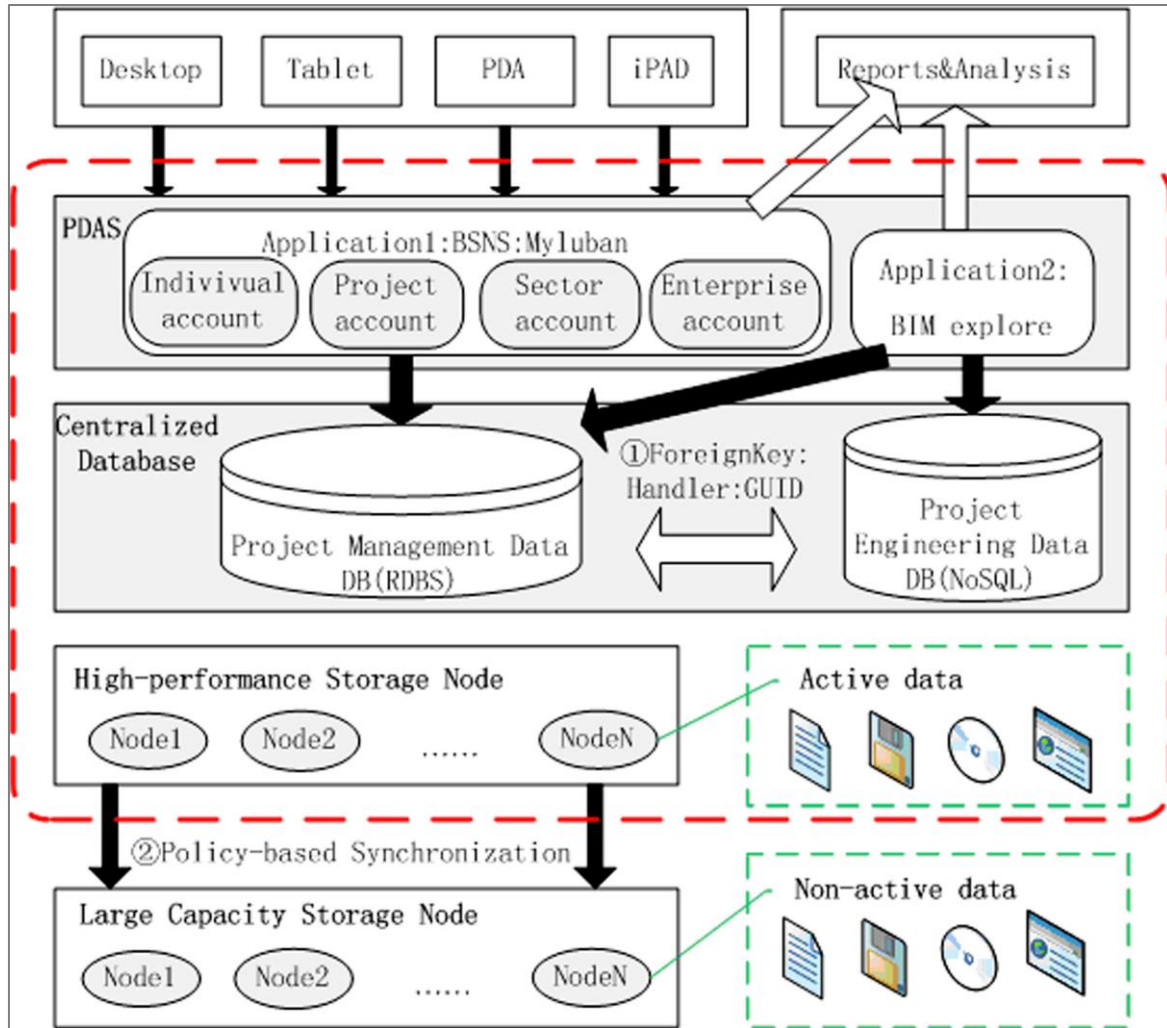
Şekil 5.46. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası proje yönetim kurgusu (Pishdad ve diğerleri, 2018)



Şekil 5.47. Yapı bilgi yönetimi bilgi aktarım biçimleri şeması (Afsaria ve diğerleri, 2016)

Bu aktarımın sağlanmasını yapı bilgi yönetimi ortak bir veri havuzu-bulutunda ele almaktadır (Şekil 5.47, 5.48). Bu bağlamda yapı bilgi yönetiminde farklı olgunluk basamaklarına göre verilerin aktarımında kullanılan iki farklı yol karşılaştırılmıştır. Birinci yolda manuel olarak aktarım tek yönlü olup dosya tabanlı olan veri aktarımı her bir iş için

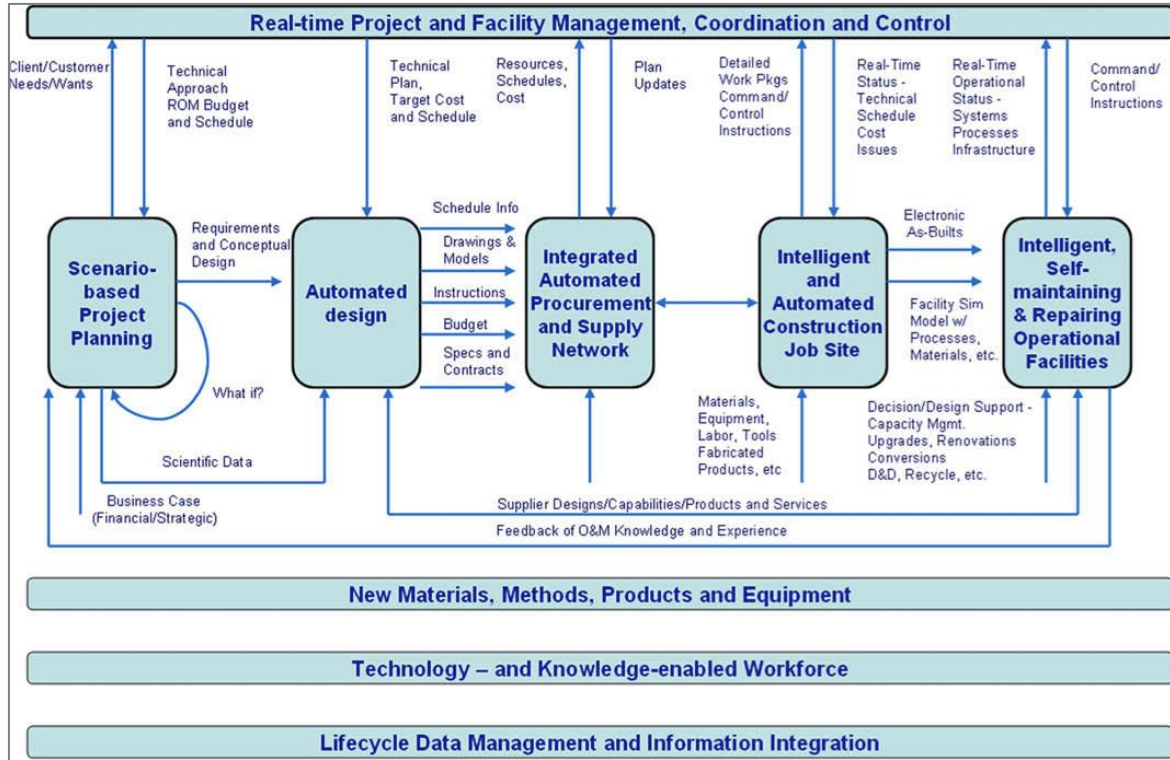
tekrarlanmakta ve revize durumlarında bu tekrar devam etmektedir. Özellikle proje yenilemelerinde sıkıntılar ortaya çıkmaktadır ve yapı bilgi yönetimi kapsamında kullanıma uygun bir veri aktarım biçimi değildir. İkinci yolda ise veri akışı çift yönlüdür. Veri akışı yapı bilgi yönetimi modeline entegredir. Oluşturulan yapı bilgi yönetimi sunucusu her zaman ve her yerden ulaşılabilir bir depo niteliğindedir.



Şekil 5.48. Yapı bilgi yönetimi bilginin server tabanlı yönetimi (Jiao ve diğerleri, 2013)

Bu bağlamda proje yaşam döngüsü boyunca ulaşım sağlanabilen bu sunucu kullanıcılara sürekli-kesintisiz veri sağlamaktadır (Afsaria ve diğerleri, 2016).

Disiplinler arası yönetim algoritmik bir bakış açısı ile tariflenen adımların bu süreci entegre bir süreç haline getirmesi hedeflenmektedir (Şekil 5.49).



Şekil 5.49. Yapı bilgi yönetimi entegrasyonu organizasyon algoritması (Shen ve diğerleri, 2010)

Yapı bilgi yönetimi “disiplinler arası yönetim-koordinasyon-birlikte çalışabilirlik” bağlamında günümüze kadarki süreçte yapılan tekil çalışmalar kapsamında;

- Disiplinler arası bağımlılık-sorumluluk-yetenek vb. tanımlamalar oluşturulmuş,
- Veri-belge yönetimi kuralları belirlenmiş,
- Ortak veri çalışmasının (merkezi model) sağlandığı bulut depolama sistemi tanımlanmış,
- Yapı bilgi yönetimi uygulama planı kapsamında yönetim planı tariflenmiş,
- Uygulama planı kapsamında tekil algoritmalar sunulmuş,
- Eklemlenen araç ve uygulamalar kendi bağlamlarında değerlendirilmiştir.

Bu çalışma kapsamında ise birbirinden kopuk ve bağıntısız olarak çalışan bu sistemi entegre etmek, oluşturulan bu entegrasyonu algoritmik bir bakış açısıyla belirli kurallara bağlamak, adım adım tariflemek, disiplinler arası iletişimi zaman, ulaşabilme ve en önemlisi kısıtlama-bağımlılık süreçlerine tabi tutarak; kurallı, entegre ve senkron bir paydaş yönetim modelini ortaya koymaktır. Yapı bilgi yönetimi kapsamında yapılan bu çalışmada eklemlenecek girdi ve araçlar ile bu süreç birbirine bağlanacak, birbirinden kopuk parçalar entegre olacaktır. Bu

yapılan entegrasyon ile bütünleşik bir sürecin tariflenmesi bir model kapsamında yönetilebilmesi, disiplinler arası bağıntının sadece erişebilirlik ve dosya-belge paylaşımı kısıtından kurtularak evrilmesi, adım adım tariflenerek bir süreç yönetim modelini tariflemesi hedeflenmektedir.

Bütünleşik ve algoritmik yaklaşım ile sürecin yönetilmesinin kurgulandığı bu model çalışmanın özgün tarafını oluşturmaktadır. Oluşturulan yapı bilgi yönetimi modeli disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar özelinde kurallar-kısıtlamalar-değişkenler çerçevesinde yönetilecektir. Bu bağlamda disiplinlerin birbirleri ile olan bağıntısının da sorumluluk-iş paylaşımı-iletişimden öte bir yaklaşıma evrilmesi hedeflenmektedir. Eş zamanlı olarak aynı merkezi model içerisinde hem veri alıp hem de veri sağlayan disiplinlerin bu süreç yönetiminde yorumlanması da senkron bir disiplin yönetiminin temelini oluşturacaktır.

Farklı girdi ve araçların kullanımı ile kurallı bir iş birliği planının örgütlenmesi bu sürecin bütünleşik-kurallı-bağımlı entegrasyonunu tarifleyecektir. Bu girdi ve araçların kullanımında kendi geleneksel kullanımları ile veri oluşturulurken aynı zamanda da bu kullanımın dışına çıkılarak yeni yaklaşımlar sağlanacak ve kullanım formatı evrilecektir. Geleneksel kullanımlarının dışında eklenerek oluşturulan bu güncel kullanım önerileri de bu çalışmanın bir diğer özgün tarafını oluşturacaktır.

Yapılan çalışma kapsamında girdi ve araçlar üzerinden hem bir süreç yönetim modeli tariflenecek hem de ek olarak örneklem üzerinden entegrasyona dair kurallar önerilecektir. Bu öneriler kapsamında ortaya konan kurallar ise algoritmik bakış açısı bağlamını oluşturacaktır. “Kurallı, Entegre ve Senkron Paydaş Yönetimi Modeli”nin kurgulanması ile birçok farklı kaynağın bir arada kullanıldığı bu yönetim sürecini tariflemesi, yönetmesi, değişimlere açık ve dinamik hale getirilmesi, veri kısıtlarının kaldırılması, disiplinlerin kesişim noktalarında kurallı bağıntılar sunması, senkron iş birliğinin sağlanması, eklenenen araç-yazılımlara yeni bakış açıları eklenmesi hedeflenmektedir. Yapı bilgi yönetimi kapsamında yapılan bu sistemin-kurgunun eklenlenebilir, revize edilebilir ve gelişebilir olması da son derece önem arz etmektedir.

Bu çalışma yapı bilgi yönetimi kapsamında uygulama evresi kapsamında sınırlandırılmış olup disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktalar özelinde ele alınmıştır.

5.2.1. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı (Bep)

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı genel bir tabirle, disiplinlerin bir arada çalıştığı model kapsamında;

- Hangi işi kimin yapacağı,
- Nasıl yapacağı,
- Ne zaman yapacağı,
- Nasıl yapacağı,
- Hangi strateji ile niçin yapacağı,
- Hedeflere nasıl ulaşılacağı

konularında yol gösterici bir kılavuz belgesidir. Yapı bilgi yönetiminde planlama süreci çok önemli bir yere sahiptir. Bu planlama kapsamında odak noktası sonuç ürüne ulaşmaktır. Bu sürecin planlanması başlangıç noktasından ileriki adımların kurgulanması anlamına gelmektedir. Bunun için yapılan planlamanın kime hitap ettiği ve de ne, neden, ne zaman ve nasıl sorularının cevapları ile birlikte stratejik hedefler ulaşabilme kurgusu tanımlanmalıdır. Bu kurgu kapsamında iletim yollarının kurgulanması da bağıntı oluşturmak için gereklidir. Bu oluşturulan kılavuz belgesinin amacı proje ekibindeki yer alan kaynakların belirsizliğin tanımlanması, çözümlenmesi, azaltılması ve iletişimin sağlanmasıdır. Disiplinler arası karşılıklı bağımlılıkların tanımlanması, iletişimin kurulması ve kurgulanması ile birlikte çalışma kurgusu oluşturulmaktadır. Bu planlama kılavuzu önceden hazırlık yapılabilmesinin yolunu açmakta ve risklere karşı alınabilecek tedbirli yaklaşımı desteklemektedir. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı bu sebeplerden dolayı;

- Hazırlık platformu,
- İletişim aracı,
- Risk azatma aracı

olarak tanımlanmaktadır (Bım Management Plan).

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı (BEP), “bir ana bilgi/veri yönetimi planı sağlamak ve proje başlangıcında model oluşturma ve veri entegrasyonuna yönelik rol ve sorumlulukların atanmasını sağlamak üzere geliştirilmiştir” (GSA,2007).

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı, bilginin yönetilmesi için önerilen kavram ve ilkeleri tanımlayan ve de buna ek olarak projenin son aşamasına kadar geçen süreçte tüm faaliyetlerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Yapılan bu plan sürekli revizelerin ve eklemelerin olduğu canlı bir organizasyonu temsil etmektedir. Projenin yaşam döngüsü süresince kullanılan uygulama planının oluşturulmasında paydaşların rolü oldukça önemlidir. Oluşturulan uygulama planları iş birliği içinde kurgulanmalı paydaşların onayı alınmalı ve benimsenen bir plan oluşturulmalıdır. Yapı bilgi yönetimi uygulama projesi hem projenin yürütme aşamalarının kurgulanması-planlanması bağlamında hem de inşa yöntemleri-prosedürlerinin planlanması bağlamında bir kılavuz niteliğindedir (BIM Execution Plan).



Şekil 5.50. Uygulama planı akış şeması (breakwithanarchitect)

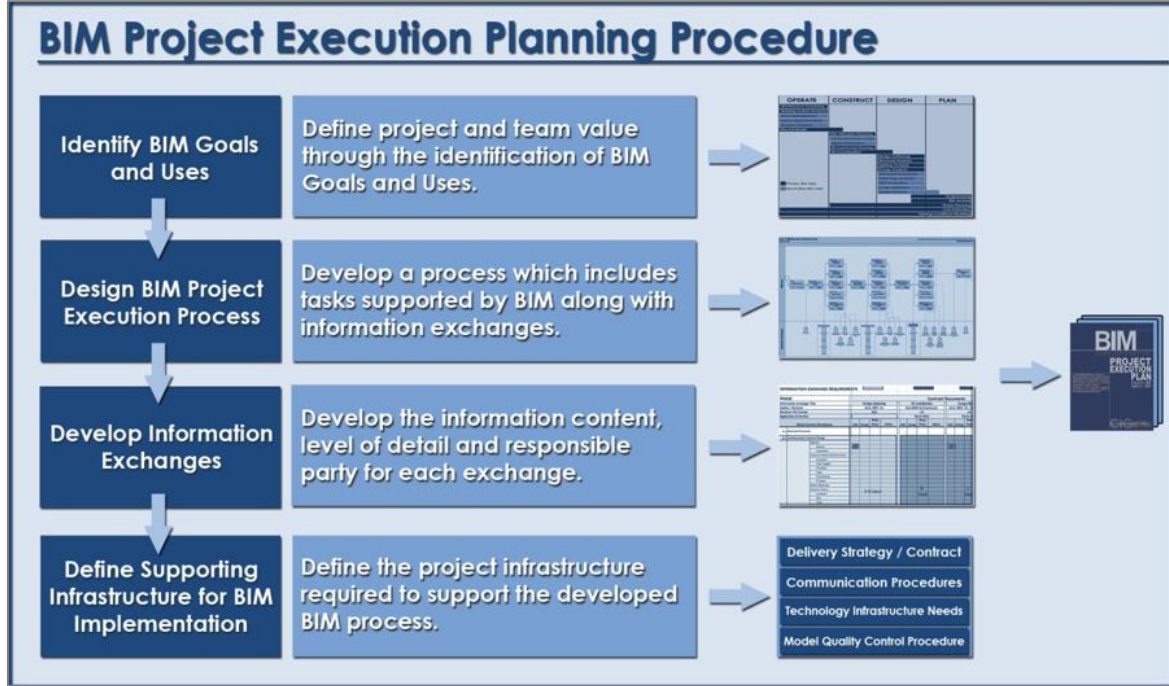
Uygulama planı süreci; hedeflerin belirlenmesi, planlama, uygulama, kontrol ve proje kapatma aşamalarından oluşmaktadır.

Yapı bilgi yönetimi uygulama projesi kılavuzu dört adımlı bir prosedür ile özetlenmektedir. Projeler için ayrıntılı ve tutarlı planlar geliştirmeye yönelik bu kılavuz birçok uzman görüşü, mevcut planlama belgelerinin analiz edilmesi ve yapılan toplantılar ile kurgulanmıştır. Uygulama projesinin dört prosedürü (Şekil 5.51);

- Uygun yapı bilgi yönetimi hedeflerinin ve kullanımlarının belirlenmesinden,
- Yürütme sürecinin tasarlanması,

- Çıktıların tanımlanması,
- Destekleyici alt yapının belirlenmesidir.

Bu adımların her biri için birçok şablon oluşturulmuştur (Psu).



Şekil 5.51. Yapı bilgi yönetimi uygulama plan prosedürü (Psu)

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı birçok belgeyi barındıran bir kılavuzdur ve birçok bölümden oluşmaktadır. Bu bölümlerin sayısı, içeriği, biçimi ve kapsamı proje kapsamında ele alınarak çeşitlenebilmektedir. Bu bölümler genel olarak;

Giriş bölümü

Projenin künyesinin yer aldığı bu bölüm uygulama planının girişi niteliğindedir. Uygulama projesinin adı, sahibi, yeri, tanımı gibi birçok bilgi bu dokümanda yer almaktadır (Şekil 5.52).

1. Project Basics:	
Project Owner:	
Project Name:	
Project Location and Address:	
Contract Type / Delivery Method:	
Brief Project Description:	[NUMBER OF FACILITIES, GENERAL SIZE, CONSTRUCTION BUDGET, TOTAL BUDGET, ETC]
Additional Project Information:	[UNIQUE BIM PROJECT CHARACTERISTICS AND REQUIREMENTS]
2. Project Numbers:	
	
Project Information	Number
Solicitation Numbers	
GSA Project Control Number	
GSA Building Number	

Şekil 5.52. Proje bilgilerinin tanımlanması (GSA, 2007)

Proje takvimi ve kilit noktalar

Uygulama planının görevler bağlamında ele alınması ve bu süreçlerin zamansal olarak belirlenmesi sürecini tanımlamaktadır. Verilen her görevin başlama ve teslim tarihlerinin paylaşıldığı bu belgede aynı zamanda belirli kilit (kontrol) noktalarına da tarihleme yapılmaktadır. Yapı bilgi yönetimi uygulama planı kapsamında bu süreç tarihlendirmeler üzerinden yürütülmektedir. Bu kilit noktalar uygulama planının sürecini takip etmek plana uyum sürecini denetlemek kapsamında kullanılmaktadır. Bütüncül bir yaklaşımla projenin bitiş tarihlemesi de bu planın sonuç verisidir (Şekil 5.53).

Stage	Description	Information Exchange	Responsibility		Delivery Time
			Design Team	Contractor	
	Task A	1	✓		11:00
	Task B	2	✓		13:00
	BREAK				13:00 – 13:45
	Task C	3	✓		14:30
	Task D	4	✓		16:00

Project Stage / Milestone		Estimated Start Date	Estimated Completion Date	Project Stakeholders Involved
<i>Design Stage</i>				
<i>Design Model</i>	<i>Design concept phase LOD 100-200</i>			
	<i>Design development phase LOD 200-300</i>			
	<i>Construction Documents Phase LOD 300 Complete</i>			
<i>Construction Stage</i>				
<i>As-built Model</i>	<i>Construction delivery Phase LOD 400 Complete</i>			
	<i>Project close-out phase LOD 500 Complete</i>			

Şekil 5.53. Proje takvimi, zaman yönetimi (BIM Execution Plan, 2019), (GSA, 2007)

Rol ve sorumlulukların tanımlanması

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı birçok farklı disiplinin bir arada yönetildiği bir süreci tanımlamaktadır. Farklı disiplin ve içerisinde yer alan birçok paydaş model içerisinde kendilerine ait olan bölümler üzerinde çalışmaktadır (Şekil 5.54). Bu sürecin yönetilmesi amacı ile hem disiplinler bazında hem paydaşlar bazında rol ve sorumlulukların belirlenmesi gerekmektedir. Uygulama planında yer alan tüm görevler için sorumluların belirlenmesi ile paydaşlar “neyi” yapacakları konusunda bilgi sahibi olurlar. Bir görevin birden fazla paydaş veya disiplin tarafından sorumlu kılınması da bu uygulama planının bir parçasıdır. Bu sorumluluk ve rol paylaşımı plan içerisindeki belirsizlikleri ortadan kaldırma amacıyladır.

Aynı zamanda plan içerisinde olumsuz giden durumlarda da sorumlunun tespiti ve çözümü için son derece önemlidir.

Design							Construction			Operation	
Task	MEA						Contractors BIM Tasks			FM BIM Tasks	
Existing Conditions Modelling	✓	CV	L	A			Existing Conditions Modelling	✗	Existing Conditions Modelling	✗	
Design Authoring	✓	A	S	MEP	F	L	Site Utilization Planning	✓	Maintenance Scheduling	✗	
Design Reviews	✓	A	S	MEP	F	L	Construction System Design	✗	Asset Management*	✓	
3D Design Coordination	✓	A	S	MEP	F	L	3D Coordination	✓	Space Management / Tracking	✗	
Structural Analysis	✗						Digital Fabrication	✗	Disaster Planning	✗	
Lighting and Energy Analysis	✗						3D Control and Planning	✗	Record Modelling (As Built)	✓	
Mechanical Analysis	✗						Record Modelling	✓			
Sustainability (Greenstar) Evaluation	✓	A	MEP	F			Construction Programming (4D Modelling)	✓			
Building Code and Health/Safety Review (manual check only)	✓	A	S	MEP	F	L	Cost Estimation (5D Modelling)	✓			
Phase Planning (4D Modelling)	✗										
Cost Estimation (5D Modelling)	✓	QS									

Stakeholder	Scope of Work
Architect	Overall design lead responsible for overseeing the design through LOD300 and contributing to the LOD400 and LOD500 efforts. Establish and maintain the projects DMS through project close out.
Engineer	Establish and construct the design BIMs for all mechanical, electrical, and plumbing systems.

Şekil 5.54. Paydaş sorumluluklarının belirlenmesi (Template for BIM Execution Plan), (GSA,2007)

İletişim

Rol ve sorumlulukları belirlenen paydaşlar arasındaki iletişimin sağlanması için oluşturulan belgedir (Şekil 5.55). Proje paydaşının uygulama planındaki rolü, ismi, görevli olduğu takım ve iletişim bilgileri mevcuttur. İletişime geçme konusundaki yol ve kısıtlar da bu belgeye eklenmektedir. Proje kapsamında iletişim kurgusu bu formda yer alan bilgiler kapsamında yapılmaktadır.

Information management function	Name	Task team	Email
Nominate individuals to undertaken the information management function	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Establish the delivery team's (pre-appointment) BIM execution plan	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Assess task team capability and capacity	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Establish the delivery team's capability and capacity	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Establish the delivery team's mobilization plan	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Establish the delivery team's risk register	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
Compile the delivery team's tender response	A. Nother	ABC ltd	Another@ABC.com
<Insert task.>	<Insert name.>	<Insert team.>	<Insert email.>

Role	Organization	Contact Name	Location	E-Mail	Phone
Lead Project Integrator					
Lead Q/C					
Project Manager(s)					
BIM Manager(s)					
Discipline Leads					
Other Project Roles					

Şekil 5.55. Paydaş bilgi yönetimi (BIM Execution Plan), (GSA, 2007)

Amaçlar

Yapı bilgi yönetimi projesi amaçları bu belgede yer almaktadır. Paydaşların iş birliği içerisinde aynı hedefe kenetlenmelerini hedeflemektedir. Farklı görev ve sorumluluklara sahip olan paydaşlar tüm süreçlere hakim olamadığından alınan üst düzey amaçlara bu bölümden erişebilirler. Aynı zamanda disiplin bazlı veya takım bazlı amaçlarda bu bölümde paylaşılmaktadır. Bu bağlamda amaçlar hem genel hem de grupsal olarak ele alınmaktadır (Şekil 5.56). Oluşturulan hedefler bu belge içerisinde önem puanlamasına tabi tutulmaktadır. Bu kapsamda hedeflerin kesin ulaşılmalı veya ulaşılması tavsiye edilir biçiminde organizasyonu kurulmaktadır.

BIM Uses													
BIM Use Name	BIM Use Definition	Value to Project	Resp. Party	Value to Resp. Party	Resource Availability	Competency Level	Experience Level	Additional Resources / Competencies Req.	Additional Training Req.	Software Req.	Process	Phase	Additional Notes
Author Design		HIGH	Designer	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH				Yes	Construction Documents	
Review Design		MED	Architect	LOW	LOW	MED	LOW	Infrastructure needs	Requires training		No	Construction Documents	
Visualize Construction Sequencing		HIGH	Contractor	HIGH	HIGH	MED	MED				Yes	Construction	
Coordinate Design and Construction		HIGH	Designer	LOW	MED	MED	MED	Infrastructure needs	Requires training		Yes	Construction	
Coordinate Design and Construction		HIGH	Contractor	HIGH	HIGH	HIGH	HIGH				Yes	Construction	
Generate Estimate(s)		HIGH	Contractor	HIGH	MED	LOW	LOW		Requires training		No	Construction	
Layout Construction Work		MED	Contractor	MED	MED	LOW	LOW		Requires training		No	Construction	
Layout Construction Work		MED	Subcontractor	MED	LOW	LOW	LOW	Infrastructure needs	Requires training		No	Construction	
Compile Record Deliverables		HIGH	Contractor	LOW	HIGH	MED	MED				Yes	Construction	
Compile Record Deliverables		HIGH	Designer	LOW	HIGH	HIGH	HIGH				Yes	Construction	
Compile Record Deliverables		HIGH	Facility Manager	HIGH	LOW	MED	LOW	Infrastructure needs	Requires training		Yes	Construction	

Şekil 5.57. Hedef görev eşleştirmeleri (Nibs)

Detay seviyeleri

Bu belge paydaşların sorumlu oldukları model üzerinde eleman yönetiminin detay seviyesinin belirlenmesine yöneliktir. Tüm model elemanlarının sınıflandırılarak ayrıştırıldığı bu belgede oluşturulacak olan modelin;

- Lod100; ön dizayn,
- Lod200; şematik dizayn,
- Lod300; tasarım geliştirme,
- Lod350; yapım belgesi,
- Lod400; üretim,
- Lod 500; operasyon ve yönetim (GSA,2007)

kapsamında hangi seviyede detaylandırılacağı planlanmaktadır (Şekil 5.58).

MODEL ELEMENT AUTHOR LEGEND	ARC	STR	MEC	ELE	PLU								
	FIR	LAN	CIV	CON	SUB								
PROJECT PHASE	CONCEPT DESIGN		PRELIMINARY DESIGN		DEVELOPED DESIGN		DETAILED DESIGN		CONSTRUCTION		OBSERVATIONS		
MODEL ELEMENTS	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	MEA	LOD	Notes
Fencing	LAN	100	LAN	200	LAN	300	LAN	300	CON	300	CON	300	
Landscaping (Hardscape)	LAN	100	LAN	200	LAN	300	LAN	300	CON	300	CON	300	
Landscaping (Softscape)	LAN	-	LAN	-	LAN	100	LAN	200	CON	200	CON	200	
SUBSTRUCTURE													
Foundations	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	CON	300	CON	MAB	
Reinforcing	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	CON	MAB	
Retaining Wall	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	CON	300	CON	300	
Subsoil Drainage and Infrastructure	CIV	100	CIV	200	CIV	200	CIV	300	CON	300	CON	MAB	
STRUCTURE													
Floors	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	CON	300	CON	VAB	
Steel Beams	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	SUB	350	SUB	VAB	
Concrete Beams	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	SUB	300	SUB	VAB	
Shaft Openings	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	CON	300	CON	VAB	
Wall Openings – load bearing	ARC	100	STR	200	STR	300	STR	300	CON	300	CON	VAB	

Şekil 5.58. Detay seviyelerinin belirlenmesi (Template for BIM Execution Plan).

İş birliği planlama stratejisi

Proje ekibinin iş birliği içerisinde nasıl çalışacağının planlanması hedeflenmektedir. İletişim yöntemleri, doküman yönetimi ve transferi, kayıt depolama ve performans teşvikleri, zamanında teslim alma ve teslimatların kalitesi vb. konuları ele almaktadır (Şekil 5.59).

Meeting Type	Project Stage	Frequency	Participants	Location
BIM requirements kick-off				
BIM execution plan demonstration				
Design coordination				
Construction over- the-shoulder progress reviews				
Any other BIM meetings that occurs with multiple parties				

Şekil 5.59. İletişim yöntemleri (GSA,2007)

Bu belge proje ekibi ve paydaşların hangi sıklıkla, hangi aşamada, nerde ve nasıl iletişime geçeceklerini planlamaktadır.

Task team/ organisation	Contact name	Role(s)	Security clearance (if applicable)	Contact (CDE URL)	Dependent
Task team 1/ Lead appointing party	A. Nother	A- Architect Project Manager Lead Designer	L2		S – Structural engineer M – Mechanical engineer
<Insert task team>	<Insert contact name>	<Insert project role>	<Insert security clearance>	<Insert contact method>	<Insert dependant>
<Add or subtract as required>					

Şekil 5.60. Belge dağıtım şeması (BIM Execution Plan, 2019)

Bu belge ile proje dağıtım süreçlerindeki süreç tariflenmektedir.

Format(s)	IFC	Excel	PDF (V7.0 Onwards)	Native Format	Other (Add Format)
3D Model File(s)	✓			✓	
Federated Model File(s)					✓ (.NWF)
Drawing File(s)			✓	✓	
Clash Rendition					✓ (HTML Tabular)
COBie/Asset Data File(s)	✓	✓			
Reports/Specifications			✓		

Şekil 5.61. Belge formatlarının yönetilmesi (BIM Execution Plan, 2019)

Bu belge ile oluşturulan belge ve modellerin hangi formatta organize edilmesi gerektiği planlanmaktadır (Şekil 5.60, 5.61).

Teknoloji altyapı ihtiyaçları

Teknolojik altyapı ihtiyaçlarının tanımlandığı ve belirlendiği kılavuz belgesidir. Hangi bilgisayar, hangi yazılım, hangi uygulama, hangi versiyon gibi soruların cevapları bu belgede yer almaktadır (Şekil 5.62., 5.63).

BIM Use	Discipline (if applicable)	Software	Version
<i>Design Authoring</i>	<i>Arch</i>	<i>XYZ Design Application</i>	<i>Ver X.X (Year)</i>
BIM USE	HARDWARE	OWNER OF HARDWARE	SPECIFICATIONS
<i>DESIGN AUTHORING</i>	<i>XXX COMPUTER SYSTEM</i>	<i>ARCHITECT X</i>	<i>PROCESSOR, OPERATING SYSTEM, MEMORY STORAGE, GRAPHICS, NETWORK CARD, ETC.</i>
BIM USE	DISCIPLINE (if applicable)	MODELING CONTENT / REFERENCE INFORMATION	VERSION
<i>DESIGN AUTHORING</i>	<i>ARCH</i>	<i>XYZ APP FAMILIES</i>	<i>VER. X.X. (YEAR)</i>
<i>ESTIMATING</i>	<i>CONTRACTOR</i>	<i>PROPRIETARY DATABASE</i>	<i>VER. X.X (YEAR)</i>

Şekil 5.62. Teknoloji altyapı ihtiyaçları belgesi (BIM Execution Plan, 2019)

Information type	Software	Native file format	Version
MS Office documentation	Software Ltd	XYZ	2.1
Models and drawings	<Insert software>	<Native file formats>	<Version>
GIS models	<Insert software>	<Native file formats>	<Version>
Cost plans	<Insert software>	<Native file formats>	<Version>
Programmes	<Insert software>	<Native file formats>	<Version>
Photos, videos, animations	<Insert software>	<Native file formats>	<Version>
<Insert other formats>			

Şekil 5.63. yazılım kullanımı yönetimi (BIM Execution Plan, 2019)

Model strüktürü

Disiplinlerin organize ettiği verdikleri isimlerin kategorize edilmesi, dosya yapısı ve organizasyonu, gruplama ve ilişkiler, ölçüm ve koordinat sisteminin tanımlanması, parametrik bileşenler standartları gibi bilgiler bu belgede yer (GSA,2007).

Standartlar

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı sürecinde ortak bir dil kullanımı gerekmektedir. Bu bölüm “Grafiksel ve grafiksel olmayan bilgilerin tutarlılığını desteklemek için modeller üzerinde” (BIM Execution Plan, 2019) oluşturulan standardize edici belgedir. Mevcut standartlar, dosya adlandırma standartları, nesne-varlık hacim isimlendirmeleri,

sınıflandırmalar, proje tabanlı isimlendirmeler, kodlar ve revizyon tanımlamaları, model bölüm kategorizeleri, dağıtım stratejileri gibi konular bu bölümde yer almaktadır (Şekil 5.64-5.67).

Type	Document
Modelling Standards	CCC Autodesk Revit / BIM Standards for External Consultants
Modelling Standards	ANZ Revit Standard Version 3.0
Modelling Standards	(Company/In-house) Autodesk Revit Guidelines
5D Modelling Guidelines	CostX Digital Drawing File Optimization; AECOM Model Content Plan
BIM Guidelines	PAS 1192-2:2013 Specification for Information Management
Meta-data Requirements	WMT-CCC Revit to SAP Guidelines
Documentation Standards	CCC Autodesk Revit / BIM Standards for External Consultants
Documentation Deliverables	NZCIC Guidelines
Collaboration Platform	PO-08-CARE-REF-0001 Viewpoint and Document Control Manual
Project CDE Platform	Appendix B

Şekil 5.64. Proje standartlarının belirlenmesi (Template for BIM Execution Plan)

Standards	Application											
	Guidance	Collaboration	File naming	Object naming	Drawing	Classification	LOD	LOI	CDE	Security	Asset Management	Contracts
ISO 19650-1			M		M	M			M			
ISO 19650-2	M	M					R	R	M			
BS1192-4	R										M	
Uniclass 2015						M						
BS8541-1				M								
The NBS BIM Toolkit	R				R	M	R	R				

Şekil 5.65. Proje standartlarının belirlenmesi (BIM Execution Plan, 2019)

Task team	Volume description	Volume code
Fitout	Internal fitout model	A1
Facade	Architectural facade model	A2
Structure	Structural model	S1
Mechanical, electrical and plumbing	Shell and core model	M1
Electrical	Electrical model	E1
Landscape	Landscaping model	L1
Façade supports	Façade supports	X1

Şekil 5.66. Disiplinlerin belge yönetimi (Pre-appointment and Delivery Team's BIM Execution Plan)

Discipline	Model	Worksets
Architecture	Architecture XXX = use the Element and Functions table on the NBS website or spreadsheets in Resources directory to find the classification codes and infill as appropriate.	A_External Walls
		A_Internal Walls
		A_Windows
		A_Doors
		A_Ceiling and Soffit System
		A_Floors
		A_Roofs
		A_CurtainWalls
	FFE	F_Furniture
Structure	Structural	S_Columns
		S_Frame
		S_Concrete Pile
		S_Walls

Şekil 5.67. Bölümlerin kategorize edilmesi (BIM Execution Plan, 2019)

Risk yönetimi

Uygulama planı kapsamında öngörülen risk tanımları bu belgede yer almaktadır. Hedeflerde yer aldığı gibi risklerde de belirlenmiş öncelik sıralamaları bulunmaktadır. Projeye başlamadan önce risklerin tanımlanması oldukça önemlidir. Bu çalışma metodu ile alınması gereken tedbirler de risklerin tanımlanması ile eş zamanlı olarak planlanmaktadır (Şekil 5.68).

Risk parameter	Requirement
Risk Name	Unique name Element reference – role – level – risk number
Risk Category	Risk type: hazard, safety and safety issue or insurance issue
Risk Description	Brief description (only about the risk; do not include any information that is covered by the other parameters)
Associated Product	Element reference – name
Associated Activity	Link to project programme item/activity
Associated Location	Level – grid line
Risk Assessment Methodology	PAS1192P6 Figure 5
Agreed Mitigation	Brief description of mitigation
Risk Likelihood	• Very low • Low • Moderate • High • Very high • Unknown • N/A
Risk Consequence	
Level of Risk	
Proposed Mitigation	Brief description of proposed mitigation
Date Updated	Date (dd/mm/yy)
Date Reviewed	Date (dd/mm/yy)
Owner Discipline	Originator code – role
Risk Documentation	Link to risk documentation

Şekil 5.68. Risk yönetimi (BIM Execution Plan, 2019)

Çakışma kontrolleri

Yapı bilgi yönetimi modeli üzerinde yapılacak olan çakışma kontrollerinin eleman bazında gerekliliklerinin planlandığı belgedir. Çakışma tipleri ve tolere edilebilir ölçü bağlamında çakışmaların yönetilebilmesi hedeflenmektedir (Şekil 5.69).

Elements	Clash type	Tolerance
Structural Columns vs MEP	Hard	+/-10mm
Curtain Walling vs Structure	Hard	+/-10mm
Structural Floors vs MEP	Hard	+/-10mm
Internal Walls vs MEP	Hard	+/-10mm
Curtain Walls vs Internal Walls	Hard	+/-10mm
Ceilings vs Internal Walls	Hard	+/-10mm
Curtain Walls vs Roof	Hard	+/-10mm
Structure vs Roof	Hard	+/-10mm
MEP VS Roof	Hard	+/-10mm
Ceilings vs Ducts	Hard	+/-10mm

Şekil 5.69. Çakışma kontrolleri (BIM Execution Plan, 2019)

Kapanış

Projenin bitiş ve onay belgesidir. Bu belge ile proje sonlandırılır ve proje kütüğü oluşması için sonraki dosyalar veri sağlar.

5.2.2. Proje yönetimi ve MS Project

Yapı bilgi yönetimi uygulama planı kapsamında oluşturulan kılavuz belge geliştirilmeye ve eklemlemeye açık bir belgedir. Bu kapsamda bu alana yapılacak eklemelerin “proje yönetimi” çerçevesinde kurgulanması hedeflenmektedir. Bu bölüm yapı bilgi yönetimi uygulama planına ek olarak sunulan bilgilerin örneklemlenmesi bağlamında kurgulanmıştır. Bu yaklaşım ile tasarım ve entegrasyon süreci bir proje bağlamında ele alınacak ve süreci destekleyici unsurlar kılavuz belgeye ek olarak sunulacaktır.

Ms Project aracının genel kullanımı (geleneksel kullanımı) olan yapı üretim sürecini, zaman ve kaynak yönetimi kapsamında kullanılışı bu çalışma kapsamında evrilerek tasarım sürecindeki kaynakların kullanımı, yönetimi ve entegrasyona katkı sağlaması bağlamında ele alınarak yeni bir kullanım süreci tariflenecektir. Bu kurgu ise bu araç bağlamında çalışmanın özgün yanını ortaya koymaktadır.

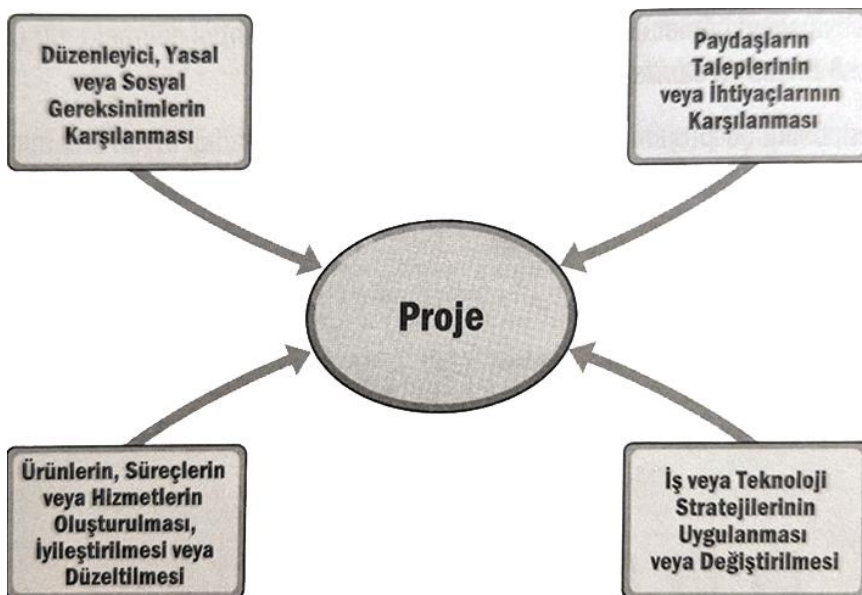
Bu kurgu bağlamında yapı bilgi yönetimi uygulama planı ile özdeş yaklaşımlara sahip olan proje yönetimi konusunun bu alana farklı bir bakış açısı kazandırması hedeflenmektedir.

“Pmbok” kılavuzu projelerin yönetilmesi kapsamında çalışma kalınının kurgulanması bağlamında bir kaynaktır. Bu kaynak projeyi;

“Proje, benzersiz bir ürün, hizmet veya sonuç oluşturmak için üstlenilen geçici bir çabadır. Eşsiz ürün, hizmet veya sonuç. Projeler, teslimatlar üretmek suretiyle hedefleri yerine getirmek için üstlenilmektedir.” biçiminde tanımlarken proje hedeflerini;

“Hedef, çalışmanın yönlendirilecek bir sonuç, kazanılacak stratejik bir konum, ulaşılacak bir amaç, elde edilecek bir sonuç, üretilecek bir ürün veya gerçekleştirilecek bir hizmet olarak tanımlanmaktadır.” (Pmbok,2017) Bu süreç teslimatların bir veya daha fazlasını üretebilmektedir. Bunlar:

Benzersiz bir ürün başka bir ögenin bir bileşeni, bir ögenin iyileştirilmesi veya düzelmesi ya da kendi içinde yeni bir nihai ürün olabilir (bir nihai üründeki bir hatanın düzeltilmesi), Benzersiz bir hizmet veya bir hizmeti gerçekleştirmek için yetenek (üretim veya dağıtım destekleyen bir iş fonksiyonu), benzersiz bir sonuç, bir çıktı ya da belge gibi (bir eğilimin veya yeni bir sürecin topluma fayda sağlayıp sağlamayacağını belirlemek üzere kullanılabilecek olan bilgiyi geliştiren bir araştırma projesi), Bir veya daha fazla ürün, hizmet veya sonucun benzersiz bir birleşimidir (bir yazılım uygulaması, onun ilgili belgelendirilmesi ve yardım masası hizmetleri) (Pmbok,2017) biçiminde tanımlamaktadır (Şekil 5.70).



Şekil 5.70. Proje başlatma bağlamı (Pmbok, 2017)

Bu yaşam döngüsü kapsamında projeler ele alındığında belirli proje yaklaşımları ile yönetim süreçleri kurgulanmaktadır. Bunlar;

- Öngörücü yaşam döngülerinde projelerin zaman çizelgesi, kapsamı ve maliyetleri önden tanımlanır. Projenin ilk fazları, projenin geri kalanının nasıl yürütüleceğini belirler proje ekibi, planı yürütmek ve değişiklikleri gerçekleştğinde etkilerini azaltmak için elinden geleni yapar. Öngörücü yaşam döngüleri, ne olacağını tahmin etme, mümkün olan en iyi planı hazırlama ve ardından onu takip etme ile ilgilidir.
- Uyarlamalı yaşam döngüleri tamamen değişimle ilgilidir. Çalışmalarını uyarlamalı bir şekilde ele alan ekipler, çalışmayı planlamak ve planı yürütmek yerine, projenin değere sahip küçük parçalarını paydaşlarına sunmak için tüm proje aktivitelerini tekrar tekrar yürütürler. Bu parçalar artırımlar adı verilir ve çoğu çevik yaşam döngüsü, müşterilere mümkün olan en kısa sürede değerli artırımlar sunmakla ilgilidir. Yaşam döngüsü tekrar tekrar ve sıkça yürütüldüğünden, değişiklik çalışmayı bozmadan gerçekleşebilir. Her bir yinelemenin ürünü, geri bildirim için bir fırsattır ve her bir yineleme, yapılacak işin kapsamını değiştirmenin bir yolunu sağlar.
- Yenilemeli yaşam döngüleri, öngörücü yaşam döngülerine uyarlamalı olanlardan daha yakındır. Yinelemeli bir yaklaşım kullanıldığında, ekip çalışmanın büyük bir kısmını önden planlamaya çalışır ancak kapsam, zamanlama ve maliyet temel çizgilerindeki olası değişiklikleri tanımlamak için proje yaşam döngüsünde tekrar eden döngüler kullanır. Bu değişiklikler projenin geribildirim döngüleri boyunca yapılabilir.
- Artırımlı yaşam döngüleri kullanılan ekipler bir dizi yineleme aracılığıyla geri bildirim için paydaşlarına küçük kullanılabilir çalışma parçaları sunar. Artırımlı geliştirme yaşam döngüleri, uyarlamalı olanlara çok daha yakındır, ancak farklı oldukları nokta, burada ortaya konulan artımlar nihai ürünler olarak kabul edilemezler, tamamlanmış kabul edilmeleri için nihai bir yinelemede birleştirilmeleri gerekir.
- Hibrit; öngörücü ve uyarlamalı yaklaşımların herhangi bir kombinasyonunu tanımlar. Proje yöneticileri, hangi yaklaşımın benimseneceğine karar verilmesinde ekibe yardımcı olmak konusunda genellikle önemli bir role sahiptir. Burada tanımlanan yaşam döngülerinden birini takip edebilir veya organizasyonunuza daha iyi uyan, öngörücü ve uyarlamalı uygulamaların yeni bir kombinasyonunu yapabilirsiniz.
- Uyarlama, her organizasyon, proje planlamasının ve yürütülmesinin tüm boyutlarını etkileyen benzersiz bir kültüre ve düşünceler dizesine sahiptir (Greene ve Stellman,2018)

Proje yönetimi birçok süreci kapsayan bir organizasyonu tariflemektedir. Bu projenin hangi kapsamda olması ile bağıntılı olarak bilgi alanları hakkında yorumlamalar yapılmaktadır. Proje yönetimi kapsamında verilen “kurabiye” örneği bu kapsamın anlaşılabilmesi için örneklenmektedir (Şekil 5.71) (Greene ve Stellman,2018).

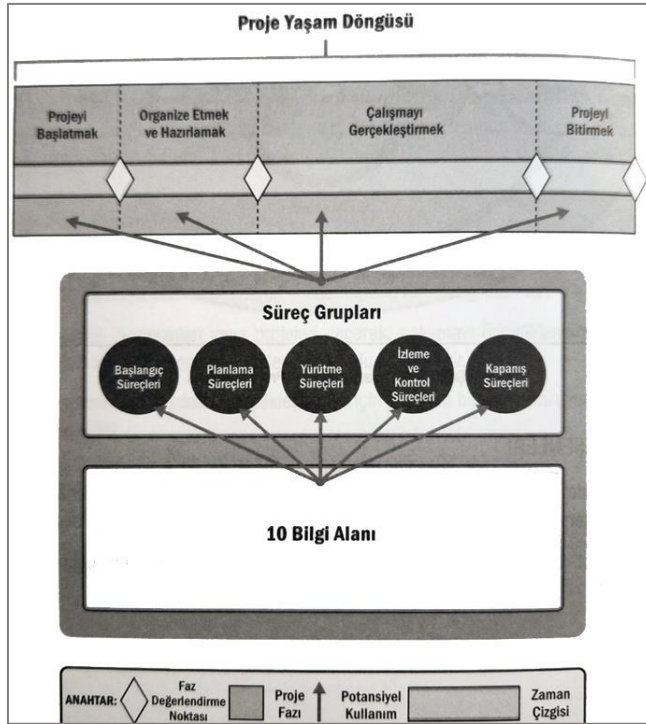


Şekil 5.71. Proje yönetimi bilgi alanları (Greene ve Stellman, 2018)

Proje yönetimi bir yaşam döngüsü tariflemektedir. Bu süreç yönetimi;

- Projeyi başlatmak,
- Organize etmek,
- Çalışmayı gerçekleştirmek,
- Projeyi bitirmek

ana bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu süreçlerin her biri birbirleri ile anahtar ve faz değerlendirme süreçleri ile ilişkilendirilmektedir (Şekil 5.72).



Şekil 5.72. Ana bileşenler (Pmbok, 2017)

Proje yönetimi kapsamında süreç grupları olan;

- Başlangıç,
- Planlama,
- Yürütme,
- İzleme ve kontrol,
- Kapanış

süreçleri ile bilgi alanları olan;

- Entegrasyon,
- Kapsamı,
- Zaman Çizelgesi,
- Maaliyeti,
- Kalite,
- Kaynak,
- Risk,

- Tedarik,
- Paydaş

yönetimleri kesişimi genel kurgunun temel öğelerini tanımlamaktadır (Şekil 5.73).

Bilgi Alanları	Proje Yönetimi Süreç Grupları				
	Başlangıç Süreç Grubu	Planlama Süreç Grubu	Yürütme Süreç Grubu	İzleme ve Kontrol Süreç Grubu	Kapanış Süreç Grubu
4. Proje Entegrasyon Yönetimi	4.1 Proje Başlatma Belgesinin Geliştirilmesi	4.2 Proje Yönetim Planının Geliştirilmesi	4.3 Proje Çalışmalarının Yönlendirilmesi ve Yönetilmesi 4.4 Proje Bilgi Birikiminin Yönetilmesi	4.5 Proje Çalışmalarının İzlenmesi ve Kontrolü 4.6 Entegre Değişiklik Kontrolünün Gerçekleştirilmesi	4.7 Projenin ya da Fazın Kapatılması
5. Proje Kapsam Yönetimi		5.1 Kapsam Yönetiminin Planlanması 5.2 Gereksinimlerin Toplanması 5.3 Kapsamın Tanımlanması 5.4 İKY'nin Oluşturulması		5.5 Kapsamın Onaylanması 5.6 Kapsamın Kontrolü	
6. Proje Zaman Çizelgesi Yönetimi		6.1 Zaman Çizelgesi Yönetiminin Planlanması 6.2 Aktivitelerin Tanımlanması 6.3 Aktivitelerin Sıralanması 6.4 Aktivite Sürelerinin Tahmin Edilmesi 6.5 Zaman Çizelgesinin Geliştirilmesi		6.6 Zaman Çizelgesinin Kontrolü	
7. Proje Maliyet Yönetimi		7.1 Maliyet Yönetiminin Planlanması 7.2 Maliyetlerin Tahmin Edilmesi 7.3 Bütçenin Belirlenmesi		7.4 Maliyetlerin Kontrolü	
8. Proje Kalite Yönetimi		8.1 Kalite Yönetiminin Planlanması	8.2 Kalitenin Yönetimi	8.3 Kalitenin Kontrolü	
9. Proje Kaynak Yönetimi		9.1 Kaynak Yönetiminin Planlanması 9.2 Aktivite Kaynaklarının Tahmin Edilmesi	9.3 Kaynakların Sağlanması 9.4 Ekibin Geliştirilmesi 9.5 Ekibin Yönetilmesi	9.6 Kaynakların Kontrolü	
10. Proje İletişim Yönetimi		10.1 İletişim Yönetiminin Planlanması	10.2 İletişimin Yönetilmesi	10.3 İletişimin İzlenmesi	
11. Proje Risk Yönetimi		11.1 Risk Yönetiminin Planlanması 11.2 Risklerin Tanımlanması 11.3 Niteliksel Risk Analizinin Yapılması 11.4 Niceliksel Risk Analizinin Yapılması 11.5 Risk Yanıtlarının Planlanması	11.6 Risk Yanıtlarının Uygulanması	11.7 Risklerin İzlenmesi	
12. Proje Tedarik Yönetimi		12.1 Tedarik Yönetiminin Planlanması	12.2 Tedariklerin Yürütülmesi	12.3 Tedariklerin Kontrolü	
13. Proje Paydaş Yönetimi	13.1 Paydaşların Belirlenmesi	13.2 Paydaş Katılımının Planlanması	13.3 Paydaş Katılımının Yönetilmesi	13.4 Paydaş Katılımının İzlenmesi	

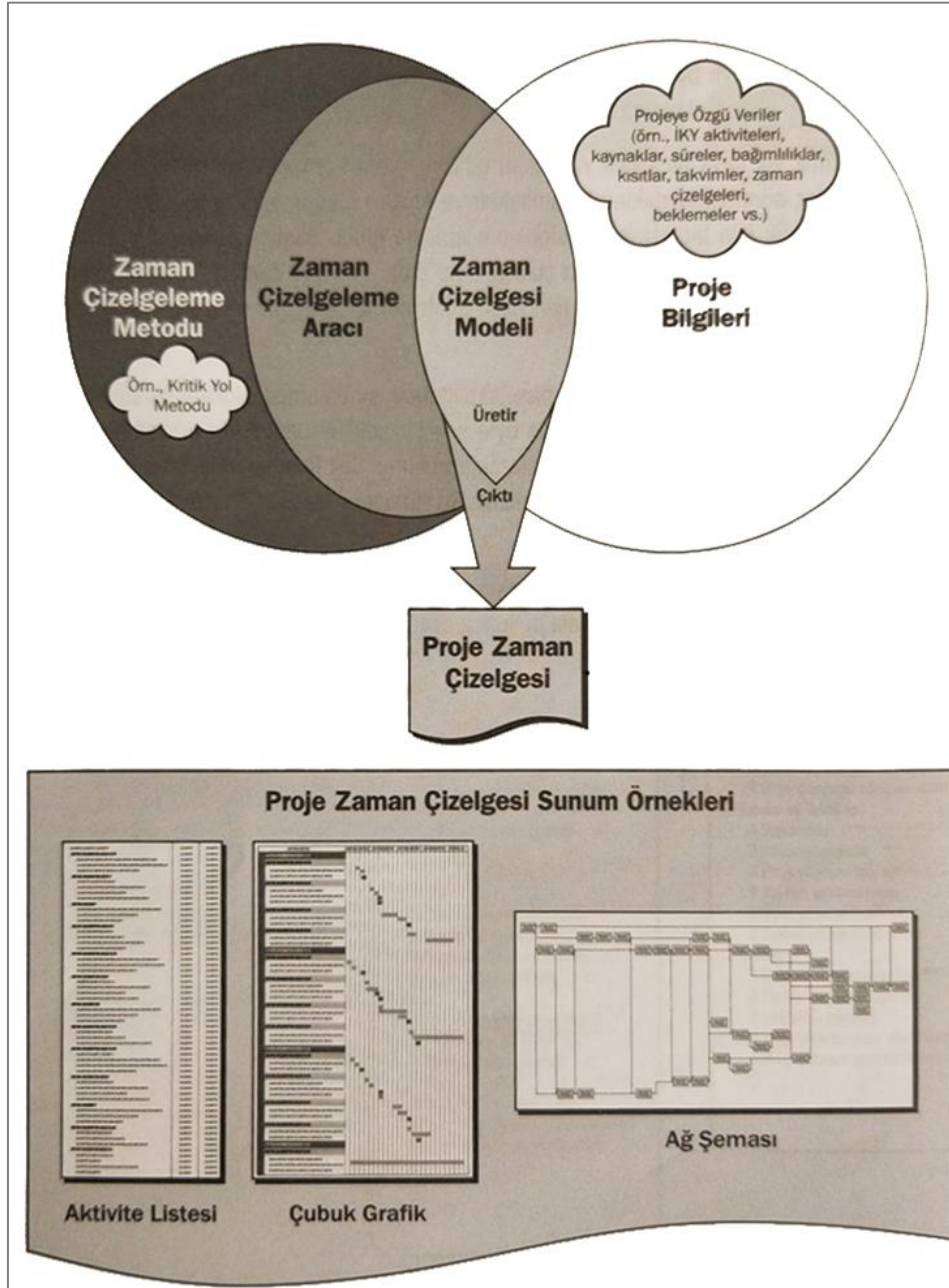
Şekil 5.73. Süreç grupları ve bilgi alanı eşleşmeleri (Pmbok, 2017)

Bu çalışma kapsamında “proje yönetimi” kaynakların yönetilmesi kapsamında ele alınarak disiplinler arası paydaş yönetimi çerçevesinde eklemlerle bilgileri sunulacaktır.

Bu çerçevede proje yönetimi, zaman kaynağının yönetilmesi kapsamında proje zaman çizelgeleri kurgusunda biçimlenmiştir. Bu çizelgeler;

- Aktivite listesi,
- Çubuk grafik,
- Ağ şeması

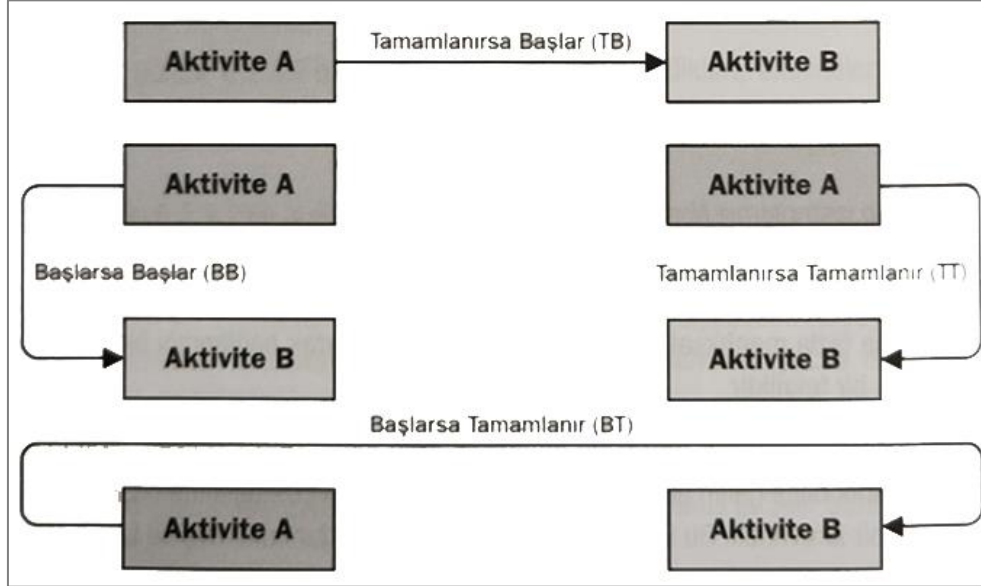
verilerinin oluşturulması (çıktı) kapsamındadır (Şekil 5.74).



Şekil 5.74. Zaman çizgeleme (Pmbok, 2017)

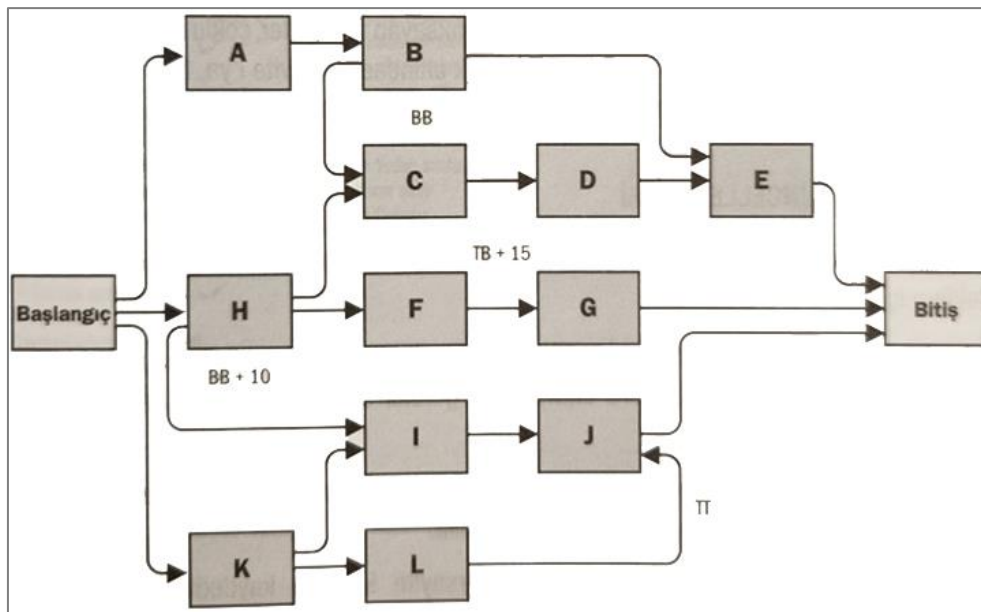
Bu kapsamda öncelik şemaları hazırlanmaktadır. Bu şemada aktivitelerin birbirleri ile bağıntıları tanımlanmaktadır. Zamansal olarak bu kurgunun oluşturulması birbirini izleyen

veya ortak zaman diliminde yapılabilecek işlerin tanımlanmasını kapsamaktadır. Bu belge ile işler önem sırasına göre kurgulanmaktadır.



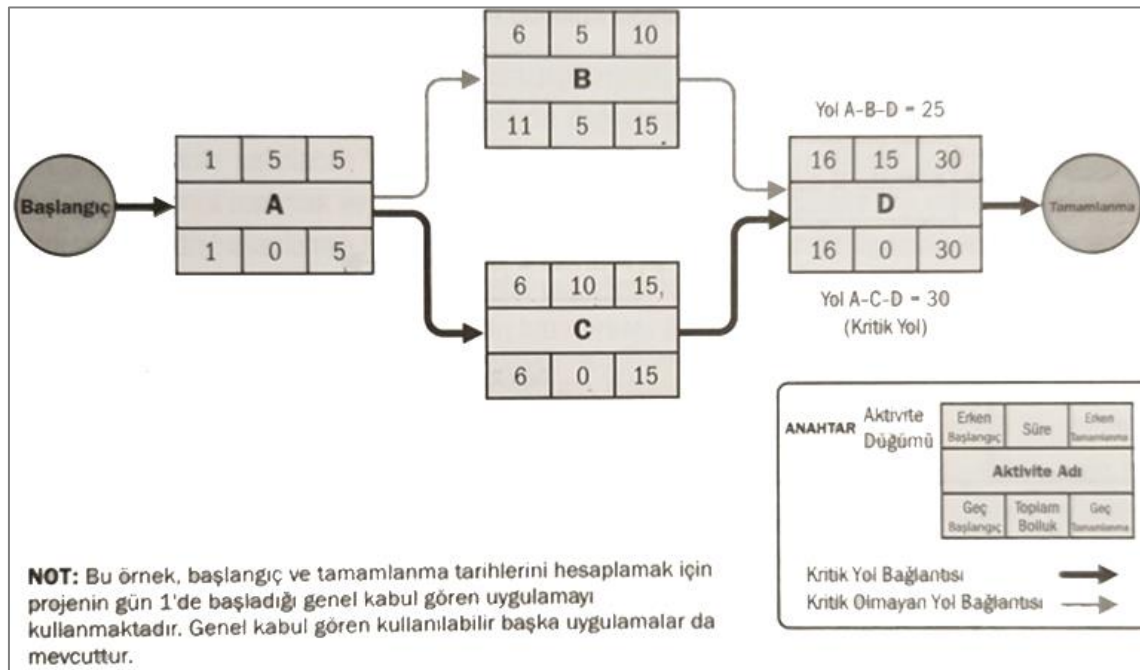
Şekil 5.75. Öncelik şeması metodu (Pmbok, 2017)

Öncelik şeması ile belirlenen görevler proje zaman çizelgesinde birbirine bağıntılanır ve başlangıç-bitiş zamanları belirli bir kurgu haline gelir. Tüm görevlerin birbirleri ile olan bağıntısı bu kurguda belirtilmektedir (Şekil 5.75).

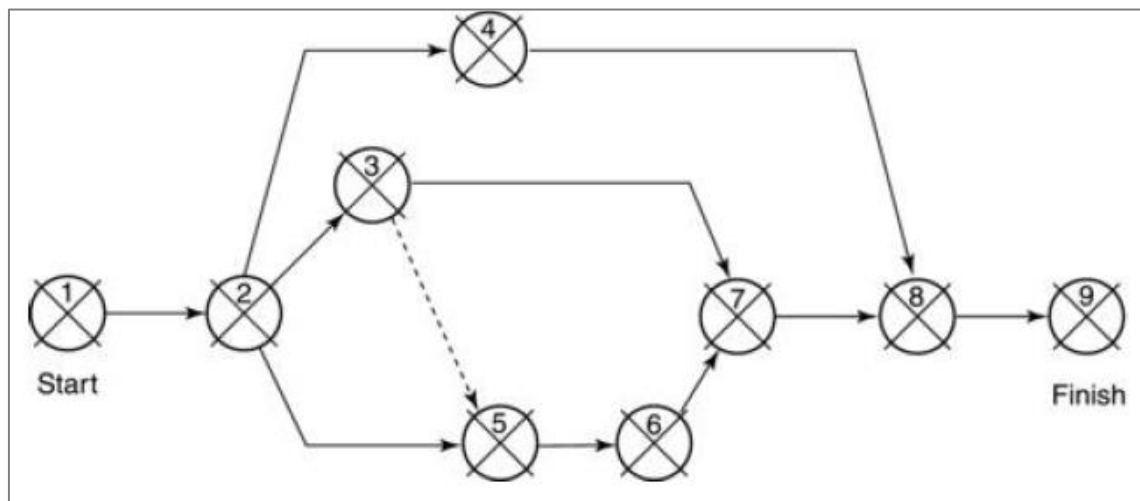


Şekil 5.76. Proje zaman çizelgesi ağ şeması (Pmbok, 2017)

Bu çizelgeler kritik yol kavramı ile birlikte tamamlanma sürecinin en kısa zamanda yapılabilmesinin takvimini planlamaktadır. Bazı görevlerin erken bitmesi o projenin bitmesini doğrudan etkilememektedir (Şekil 5.76). Sonuç ürüne ulaşan minimum süre kritik yolun tariflenmesidir. İşler arasında oluşan boşluk süreler bolluk olarak o işin yapılabileceği aralık sürelerini tanımlamaktadır. Kritik yol üzerinde bulunan her görevin uzaması durumu ise projenin bitiş zamanını doğrudan etkilemektedir (Şekil 5.77, 5.78). Bu yaklaşım hangi görevlerin öncelikli olduğu kurgusunun tanımlanması bağlamında son derece önemlidir.



Şekil 5.77. Kritik yol metodu (Pmbok, 2017)

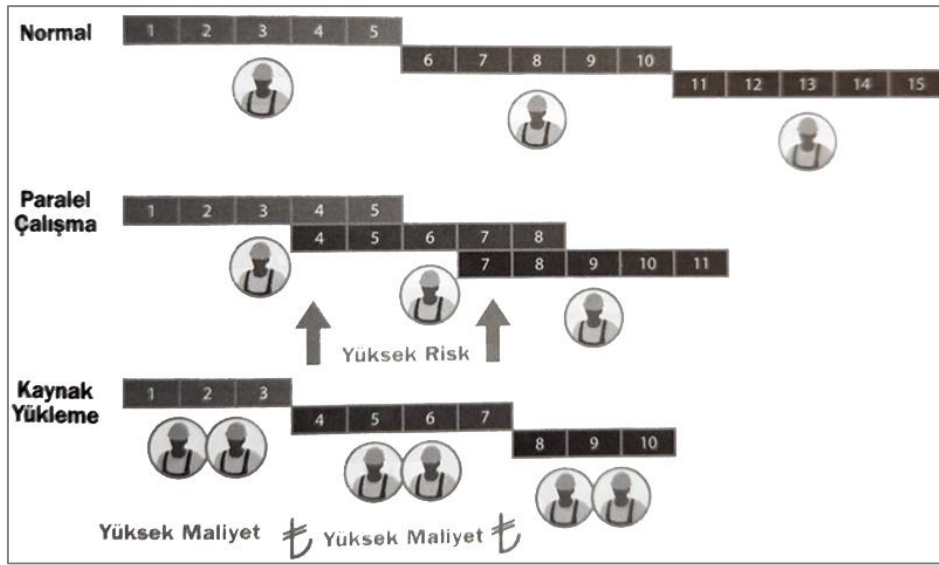


Şekil 5.78. Kritik yol örneği (Emmit, 2014)

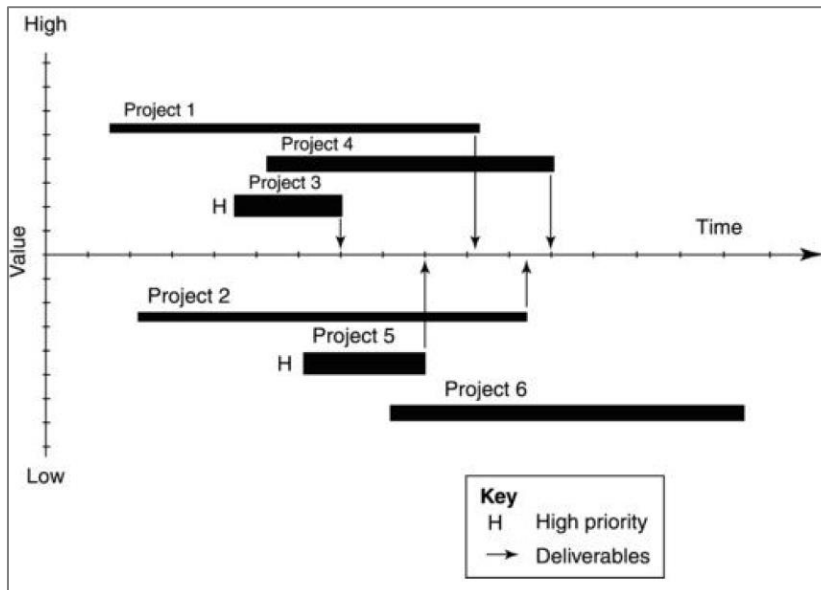
Bu sürecin yönetilmesi paydaş yönetimi ile kesişim içerisindedir. Bu kapsamda;

- Normal çalışma; Paydaşların birbirini takip ettiği süreç,
- Paralel çalışma; Görevlerin birbirleri ile kesişim halinde ilerlediği süreç (yüksek risk)
- Kaynak yükleme; Görevlerde bulunan paydaşların arttırılması (yüksek maliyet).

Kavramlarını ortaya çıkarmaktadır. Planlama sürecindeki kritik yol ile belirlenmiş minimum süre yönetimi bu üç kurgu ile biçimlenmektedir (Şekil 5.79, 5.80).

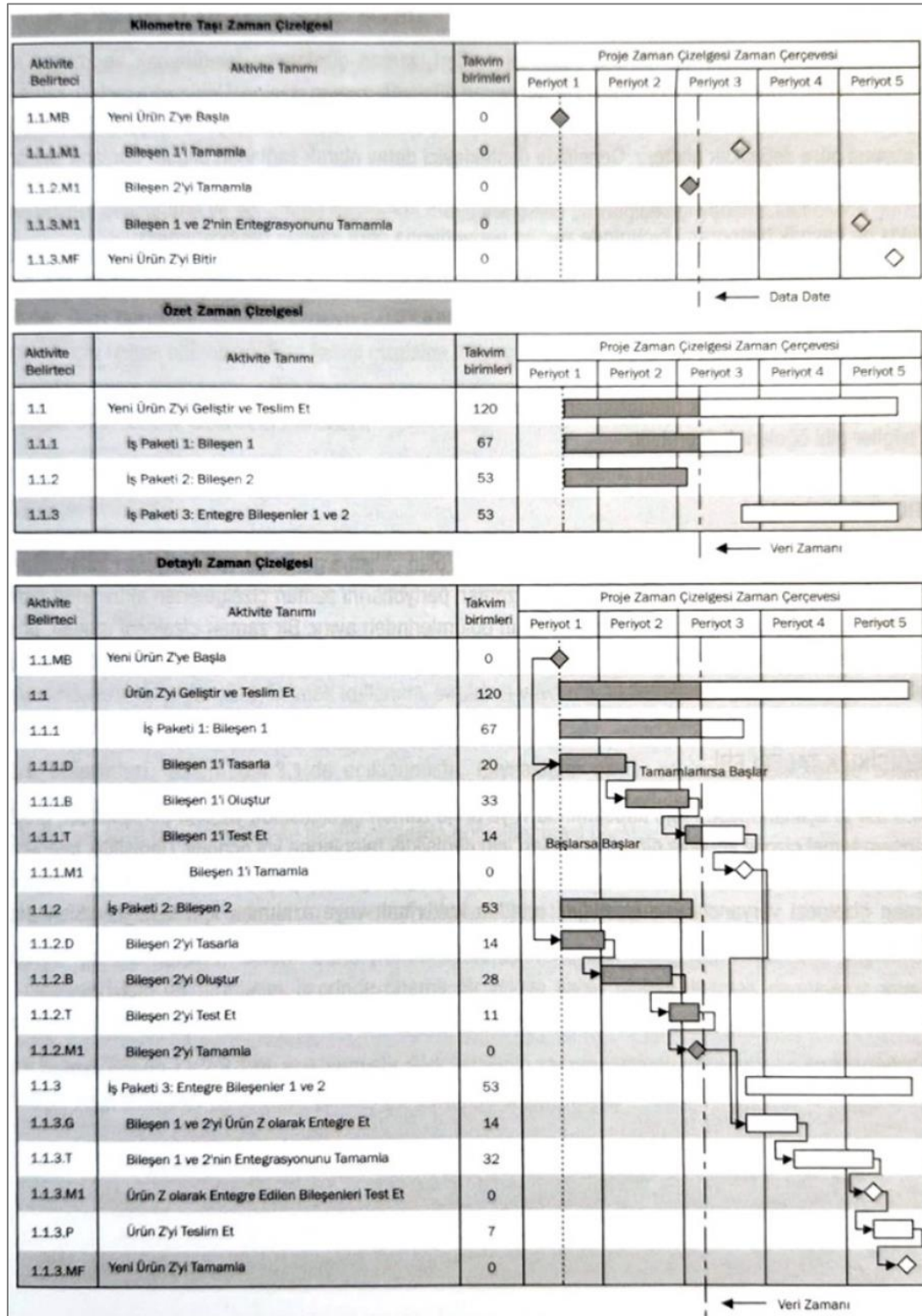


Şekil 5.79. Zaman çizelgesi sıkıştırma (Pmbok, 2017)

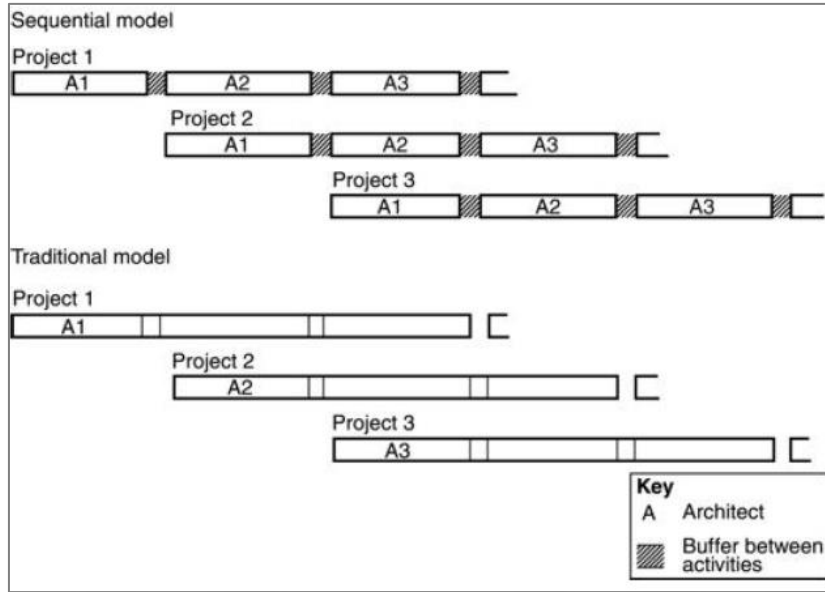


Şekil 5.80. Birden fazla projenin bir arada yönetilmesi (Emmit, 2014)

Oluşturulan bu kurgu çıktısı proje zaman çizelgelerinin oluşturulmasıdır. Bu belge ile kilometre taşlarının belirlenmesi ve detaylı zaman yönetiminin kurgulanması hedeflenmektedir (Şekil 5.81).



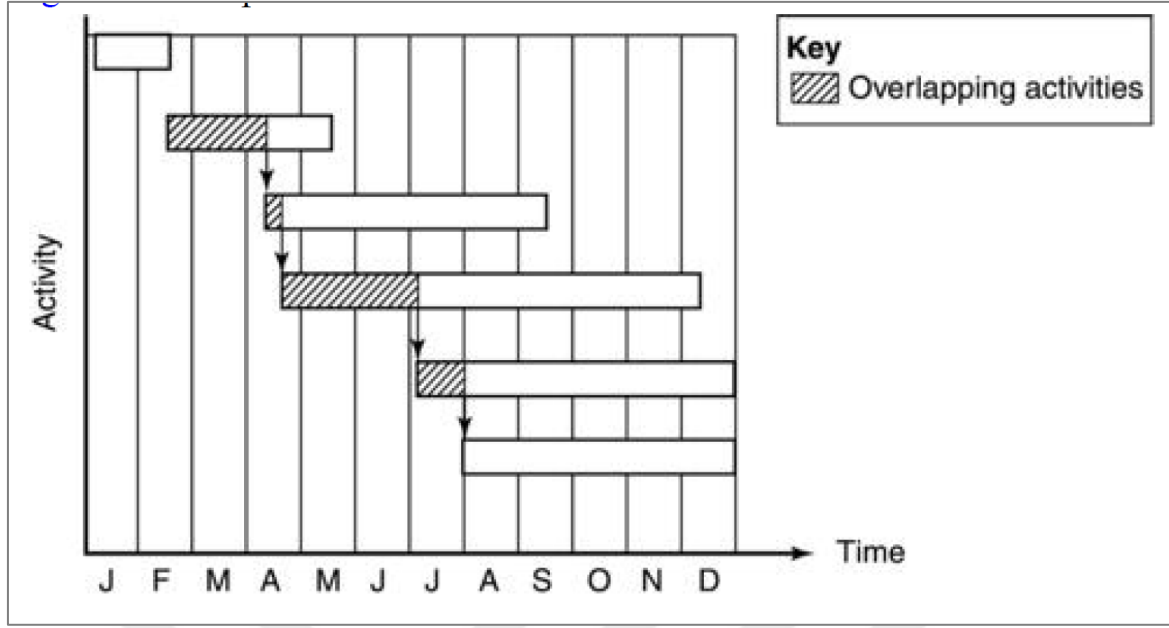
Şekil 5.81. Proje zaman çizelgesi (Pmbok, 2017)



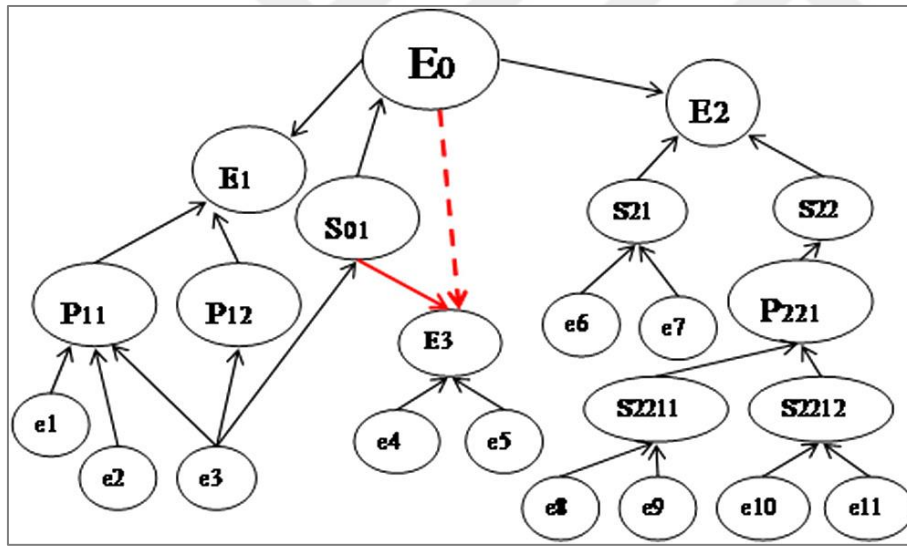
Şekil 5.82. Geleneksel ve sıralı model yönetimi farklılıkları üzerinden disiplinlerin yönetilmesi (Emmit, 2014)

Proje yönetimi kapsamında yapılan bu çalışma geleneksel ve sıralı model yönetimi ile disiplinlerin birbirlerini beklediği süreçten kurtularak ve de kaynak olarak kullanılan paydaşlardan optimum seviyede faydalanılmasının önü açılmaktadır (Şekil 5.82).

Bu süreçte veri sağlayacak olan iş ayrışım (kırılım) yapısı (WBS) görevlerin tanımlanmasında ve karmaşık projeleri organize etme bağlamında parçalara ayırma görevini üstlenmektedir. Organizasyon şemalarının tanımlanması ise bir diğer bu kapsamda bir diğer veridir. Bir proje planını zaman içinde görsel olarak sunma görevini ise “Gantt şemaları” üstlenmektedir (Şekil 5.83, 5.84).



Şekil 5.83. Gantt şeması örneği (Emmit, 2014)



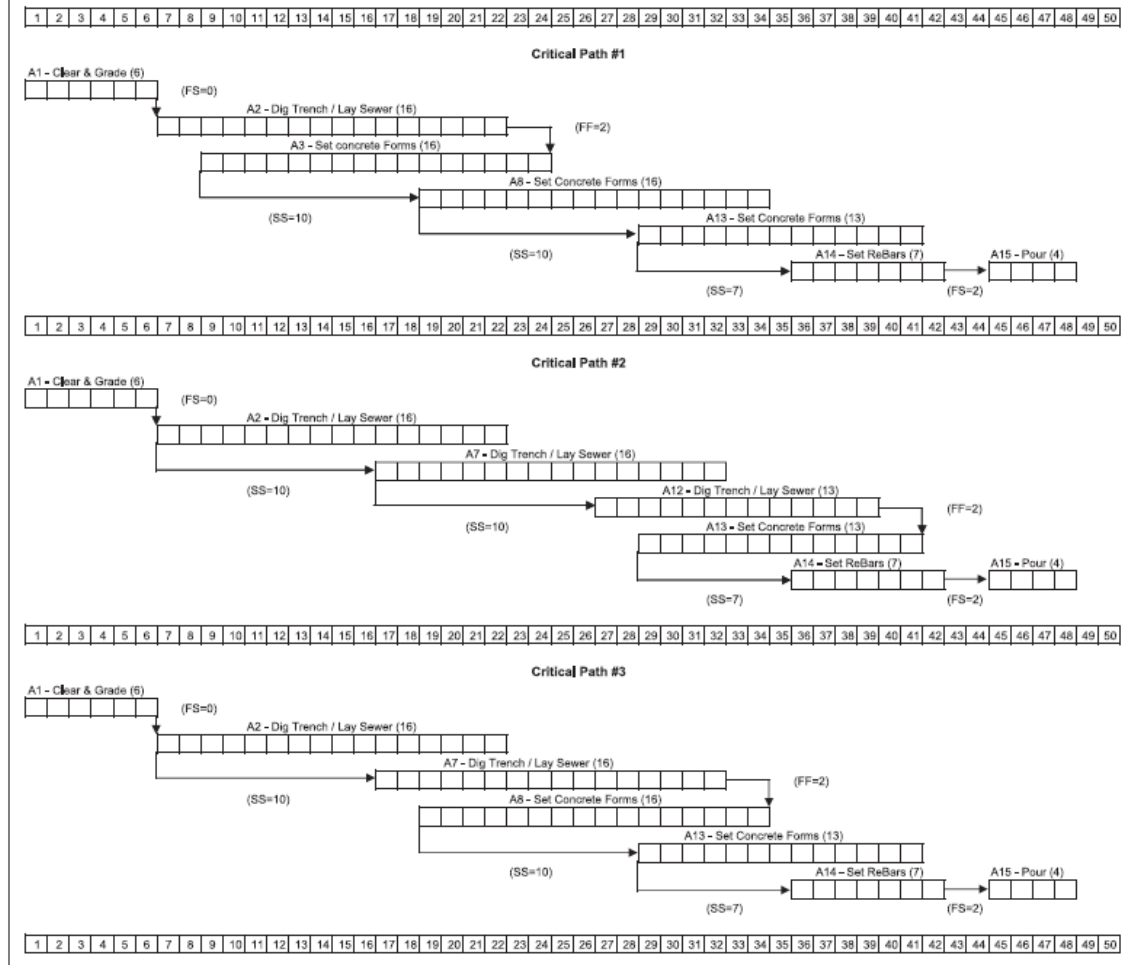
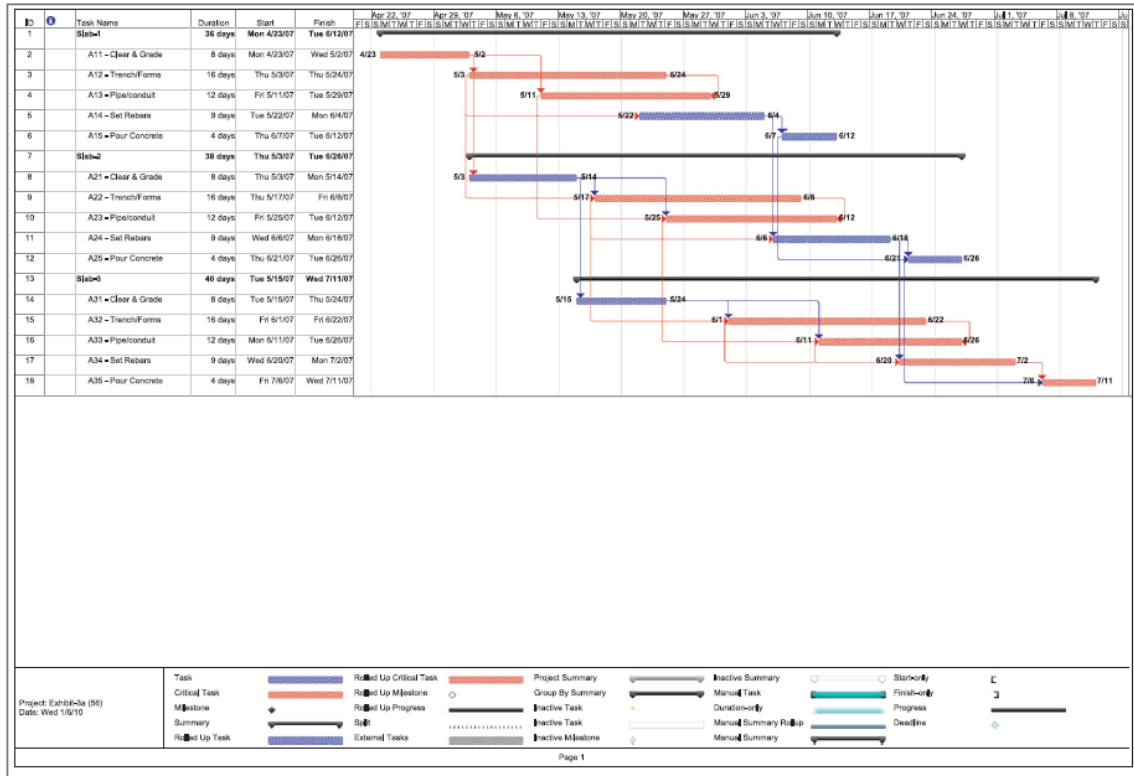
Şekil 5.84. Organizasyon şemasının kurgulanması (Jiao ve diğerleri, 2013)

Bu kapsamda Ms Project yazılımı bir araç olarak kullanılacaktır.

Ms Project yazılımı, planlama yapma, kaynakları yönetme, ilerlemeyi izleme, iş akışlarını analiz ve organize etme amaçları ile kullanılan bir proje yönetimi aracıdır. Gant şemasının görselleştirildiği bir çalışma alanı sunmaktadır. Projelerin planlanması, takibi ve yönetimi kapsamında;

- Zaman çizelgeleri oluşturma,
- Görev ve bağımlılıkları organize etme,
- Yol haritası oluşturma,
- Kaynakları yönetme,
- Bütçe yönetimi,
- Risk yönetimi,
- İş akış süreçlerini yönetme,
- İlerlemeni takibi,
- Raporlamalar,
- Kaynak çakışmalarının analizi ve giderilmesi,
- Disiplinler arası iletişimin sağlanması ve iş birliğinin organizasyonu,
- Görevleri izleme ve takip etme

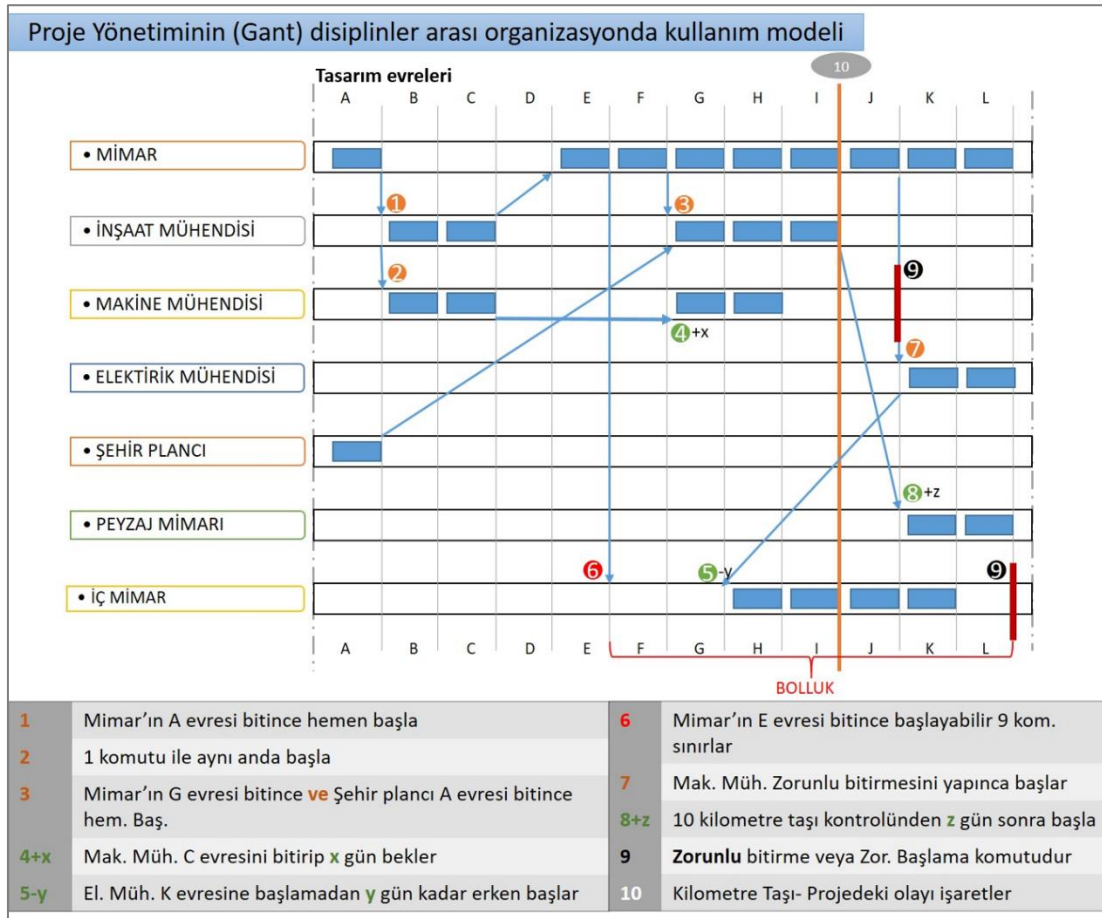
gibi birçok yönetim işlevini yönetmektedir (şekil 5.85).



Şekil 5.85. Zamansal yönetim örneği (Hebert ve Deckro, 2011)

Bu çalışma kapsamında ise Ms Project geleneksel kullanımı olan yapı inşa süreci tariflemesi çerçevesinin dışında disiplinler arası yönetimin tasarım evresinde kurgulanması örneklemini önerilmektedir.

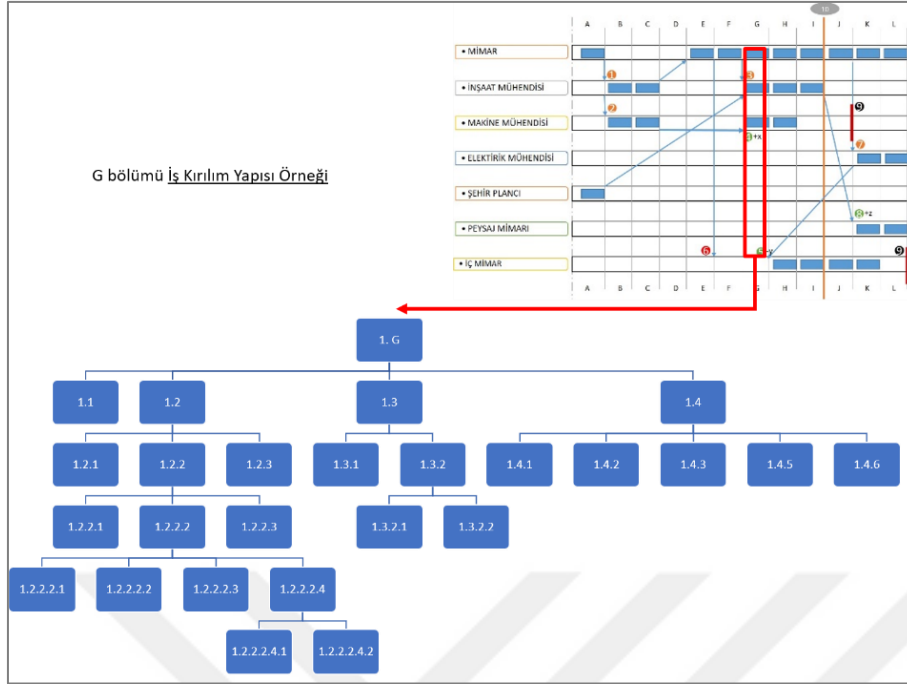
Bu bağlamda örneklem bir model kurgulanmıştır. Bu model kapsamında disiplinler arası kurgu Ms Project aracı ile tanımlanmıştır. Bu tanımlamaların birinci adımını gannt şemesi oluşturmaktadır (Şekil 5.86).



Şekil 5.86. Disiplinler arası organizasyon kullanım modeli

Disiplinler arası organizasyonun tasarım evrelerini yönetme kapsamında oluşturulan bu model ile zamansal yönetim, bağımlılık, kontrol noktaları, bolluk ve kritik yol kavramları örneklem bağlamında kurgulanmıştır.

Tasarımda yer alan evrelerin planlandığı bu süreçte her evrenin içerisinde yer alan görevler tanımlanmalıdır. Bu tanımlamalar görevleri birbirine bağıntılılar oluşturulan bütüncül kurguya veri sağlamaktadır (Şekil 5.87).



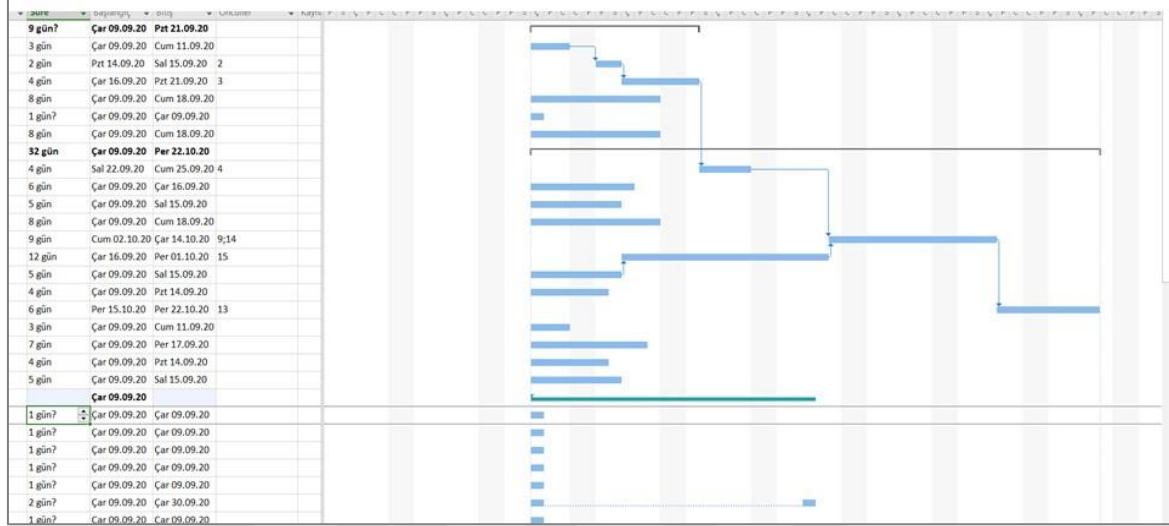
Şekil 5.87. İş kırılım yapısı

Bu kurgu kapsamında bir sonraki aşamada görevler belirlenmiş iş kırılım matrisi ile sorumlu ve destek sorumlular tanımlanmıştır. Bu belge ile yapı bilgi yönetimi uygulama planı kapsamına özdeş yaklaşımlar sergilenmiştir (Şekil 5.88).

İŞLEMLER	DİSİPLİNLER VE SORUMLULUKLAR							
	MİMAR	İNŞAAT MÜHENDİSİ						MAK. MÜH.
İAY NO:	KİŞİ 1	KİŞİ 2	KİŞİ 3	KİŞİ 4	KİŞİ 5	KİŞİ 6	KİŞİ 7	KİŞİ 8
• 1. G	sorumlu							
↳ 1.1		sorumlu	Destek S.					
↳ 1.2	Destek S.			Destek S.		sorumlu		
↳ 1.2.1				sorumlu		Destek S.		
↳ 1.2.2			sorumlu	Destek S.				
↳ 1.2.2.1	sorumlu							
↳ 1.2.2.2		Destek S.						sorumlu
↳ 1.2.2.2.1					sorumlu		Destek S.	
↳ 1.2.2.2.2			Destek S.					sorumlu
↳ 1.2.2.2.3					sorumlu	Destek S.		
↳ 1.2.2.2.4	Destek S.	sorumlu						
↳ 1.2.2.2.4.1	sorumlu		Destek S.	Destek S.				
↳ 1.2.2.2.4.2					sorumlu	Destek S.		
↳ 1.2.2.3	sorumlu	Destek S.	Destek S.	Destek S.				
↳ 1.2.3								
↳ 1.3		Destek S.	Destek S.	sorumlu				
↳ 1.3.1			sorumlu					
↳ 1.3.2	sorumlu			Destek S.				
↳ 1.3.2.1						Destek S.	sorumlu	
↳ 1.3.2.2	Destek S.	sorumlu	Destek S.					
↳ 1.4								sorumlu
↳ 1.4.1						sorumlu	Destek S.	
↳ 1.4.2	Destek S.	sorumlu						
↳ 1.4.3								sorumlu
↳ 1.4.5		Destek S.	Destek S.	sorumlu				
↳ 1.4.6	sorumlu		Destek S.					

Şekil 5.88. İş kırılım yapısı işlem matrisi

Bu çalışma kapsamında oluşturulan model Ms Project aracı ile kurgulanmış ve disiplinlerin tasarım evresinde bir yönetim kurgusu içerisinde yönetilmesi hedeflenmiştir (Şekil 5.89).



Şekil 5.89. Tasarım aşaması disiplinler arası kaynak yönetimi

Bu sürecin bir model kapsamında ele alınması yapı bilgi yönetimi uygulama planı sürecine eklemlenerek kurgusunun evrilmesine ve araç olarak geleneksel kullanımı dışında kullanılan Ms Project yazılımı ile kurgulanması ile bu sürece katkı sunulması hedeflenmiştir.

5.2.3. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası iş birliği ve revit kapsamı (Bim-Revit collaboration)

Yapı bilgi yönetimi kapsamında oluşturulan merkezi model projenin karmaşıklığı ve de bilginin yoğunluğuna göre sürekli büyümekte, süreç içerisinde de değişmeye ve artmaya devam etmektedir. Birçok disiplinin yer aldığı bu modellerde yönetim süreci oldukça önem kazanmaktadır (Zada ve diğerleri, 2014).

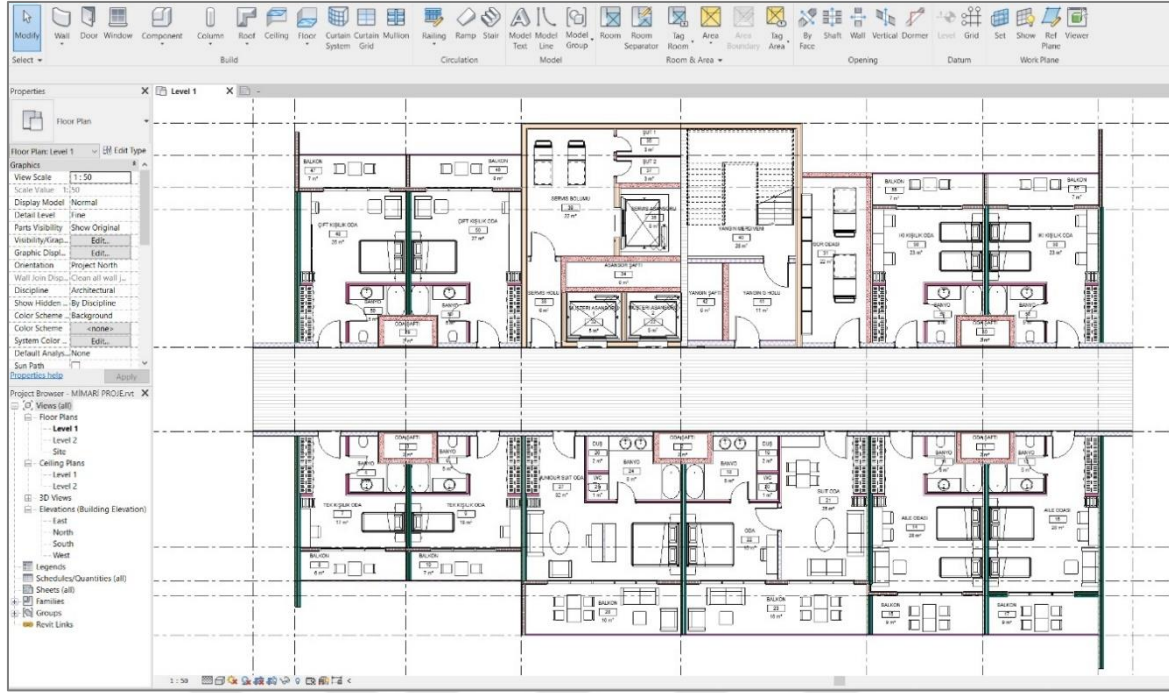
Yapı bilgi yönetimi kapsamında birçok disiplin bir arada merkezi bir modelin kurgulanması hedefi ile çalışmaktadır. Bu merkezi modelin oluşturulması ile farklı meslek gruplarının bir arada entegre çalışması son derece önemlidir. Merkezi modelin farklı bölümlerinden bilgi bazlı olarak faydalanan disiplinler belirli kurallar kapsamında birbirleri ile bağımlı hale getirilmelidir. Disiplinler kendilerine ait bölümleri, kesişim içeren bölümleri rol ve sorumlulukları kapsamında ele alırken ortak hedef, ortak veri ve kesişen bilgi kapsamlarında birbirlerine entegre olmaları gerekmektedir. Bu veriler projenin birinci adımı olan yapı bilgi

modeli uygulama planında bir kılavuz olarak sunulmaktadır. Bu kılavuzun çizdiği sınırlamalar ışığında model kurgusu oluşturulurken eklenen yazılımlar ile de bir bağıntı kurgusu tarifleme bilinmektedir. Bu çerçevede disiplinler arası iş birliğinin kurallı birliktelikler sunabilmesi için örneklemeler ele alınacaktır.

Bu bölüm disiplinlerin birbirleri ile kesiştikleri, birbirlerine proje bağlamında etkiledikleri ve bağıntılı oldukları noktalar çerçevesinde yapı bilgi yönetimi kapsamında “Revit” yazılımı kapsamında kurallı tanımlamalar oluşturarak, disiplinler arası iş birliği sürecine algoritmik-parametrik bir bakış açısının kazandırılmasını hedeflemektedir.

Yapı bilgi yönetimi sürecinde disiplinler arası iş birliğinin kurgulanması bu bölümde model bazlı olarak ele alınacaktır. Merkezi modelde yer alan elemanlar, nesneler, sayısal veriler vb. parçalar üzerinden disiplinlerin kesişim noktaları sorgulanırken, iş birliği kapsamında model yönetimi, kurgusu, paylaşımı, revizesi, entegrasyonu, izlenmesi vb. konularda da kurallı örneklemeler sunulacaktır. Bu örneklemeler ile yapı bilgi yönetimi disiplinler arası iş birliği revit yazılımı kapsamında irdelenerek kurallı bir bakış açısı-algoritmik ve parametrik yol tarifi oluşturulması hedeflenmektedir.

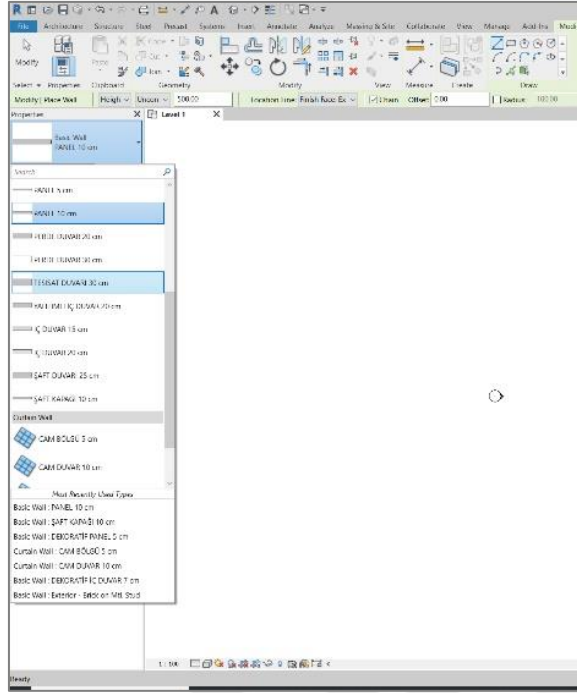
Algoritmik, parametrik ve entegre model kapsamında yapılan çalışmanın sonuç ürünü bu bölümün başlangıç ürünü olarak kullanılacaktır. Bağıntılar kapsamında kurallı bir model olan bu modelin bir sonraki aşaması olarak “revit” yazılımında süreci devam ettirilecek ve oluşturulan model üzerinde örneklemeler sunulacaktır.



Şekil 5.90. Yapı bilgi yönetimi disiplinler arası yönetim modeli başlama ürünü, örneklem modeli

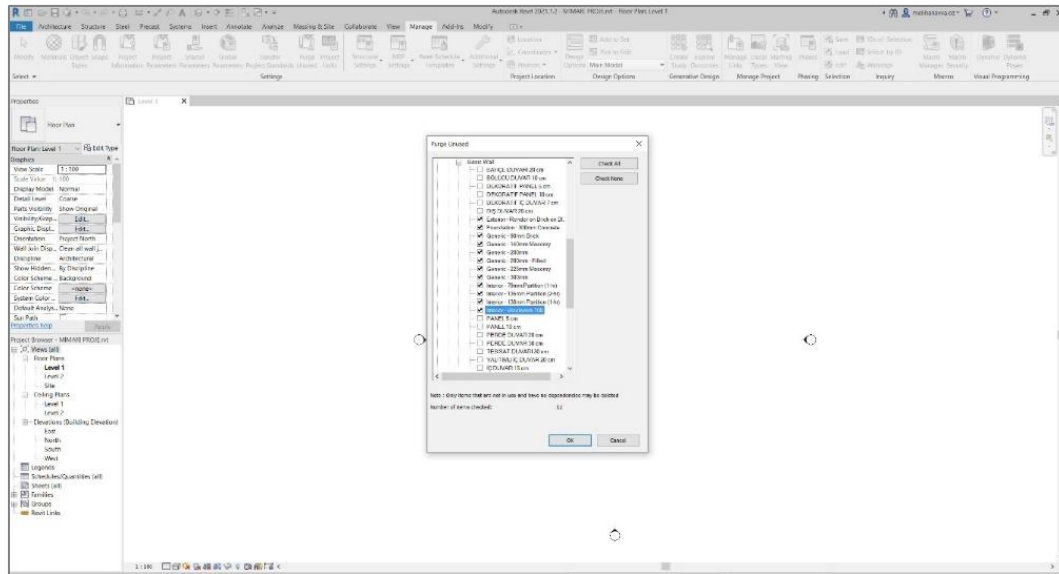
Proje ilk başlangıcında örnek oluşturacak şablon duvar tipleri sunulmaktadır. Bu şablonlar duvar tiplerinin oluşturulması kapsamında örnek sunarken tasarımcı kendi tiplerini oluşturarak projeye dahil edebilmektedir. Parametrik olarak değiştirilebilen bu tipler model içerisinde sayısal bir veri oluşturmaktadır. Farklı duvar tipleri oluşturmanın amacı uygulamaya yönelik detayların belirlenmesi ve bu kapsamda sonuç ürün metrajlarında kullanılmasıdır. Bu çalışma kapsamında ise duvar tipleri geleneksel kullanımının yanı sıra disiplinler arası yönetimde kategorize edebilme mantalitesinde oluşturulmuştur (Şekil 5.90).

Disiplinler arası şablonların oluşturulması kapsamında da kategorize edilen bu gruplar üzerinden sınırlandırmalar yapılabilmektedir. Hangi disiplinin bu elemanlar üzerinde sorumlu olması gerektiği veya görmesi, düzenleyebilmesi veya belirli sınırlar içerisinde revize etmesi bu kapsamda kurgulanmıştır.



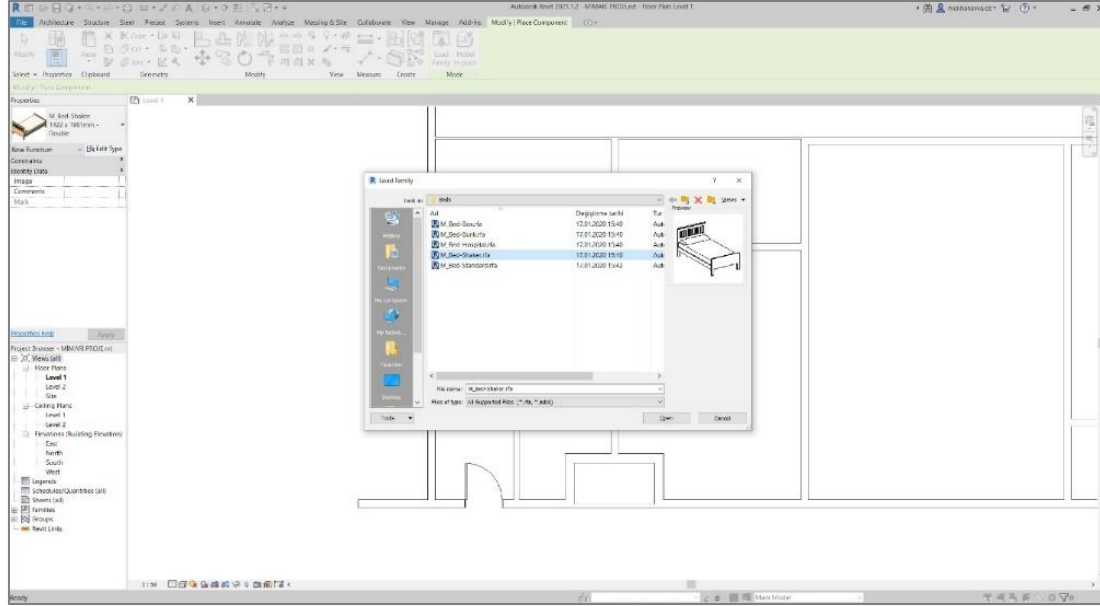
Şekil 5.92. Duvar elemanın tanımlanması ve kategorize edilmesi

Kurgulanan bu kategorize etme çalışmasından sonra projede sunulan şablon tipler kaldırılmalı daha sonraki süreçlerde de eklemeleme proje koordinatörü onayı ile yapılmalıdır. Bu model içerisinde kullanılmayan bir öğenin olmaması ve de kuralla tanımlanmamış bir grubun projeye dahil olmamasının yoludur (Şekil 5.93).

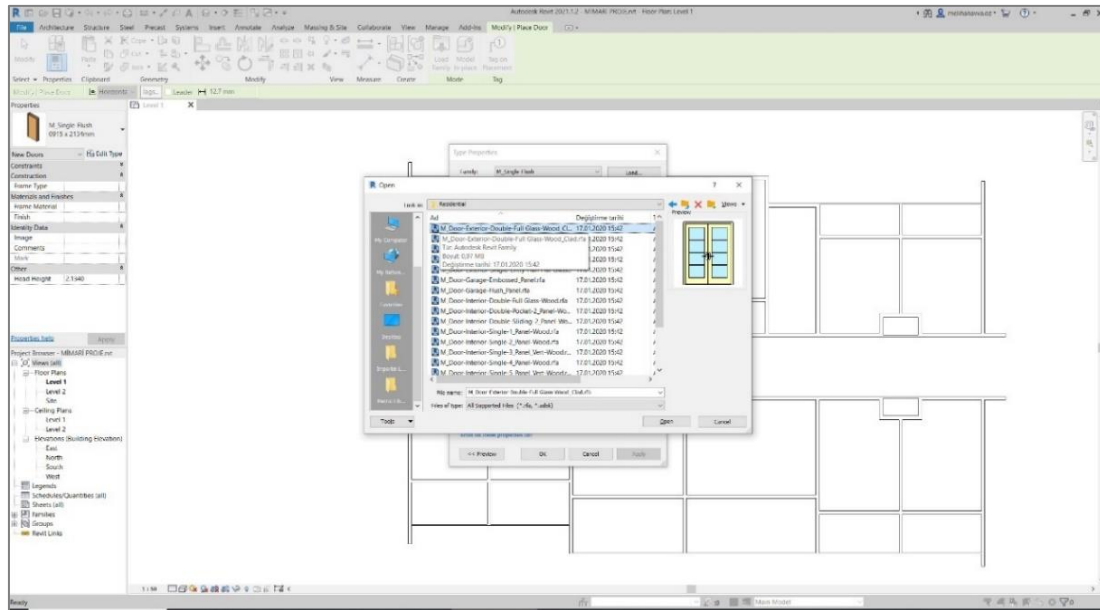


Şekil 5.93. Duvar elemanı üzerinden kısıtlama gösterimi, farklı elemanları proje dışında bırakma

Bu kurallı yaklaşıma iki farklı örneklem daha sunulmuştur. Bunlar kütüphane, dış bir kaynaktan alınan veri-hazır model veya parametrik değişkenli bir yapı elemanı kapsamında örneklemelerdir. Bu örneklemelerde de uygulamada belirtilen sorumluluk sınırlarında değişim, yenisini ekleme veya ekleyememe, revize etme veya belirli sınırlarda bunlara müdahale edebilmenin yolu kurgulanmıştır (Şekil 5.94, 5.95).



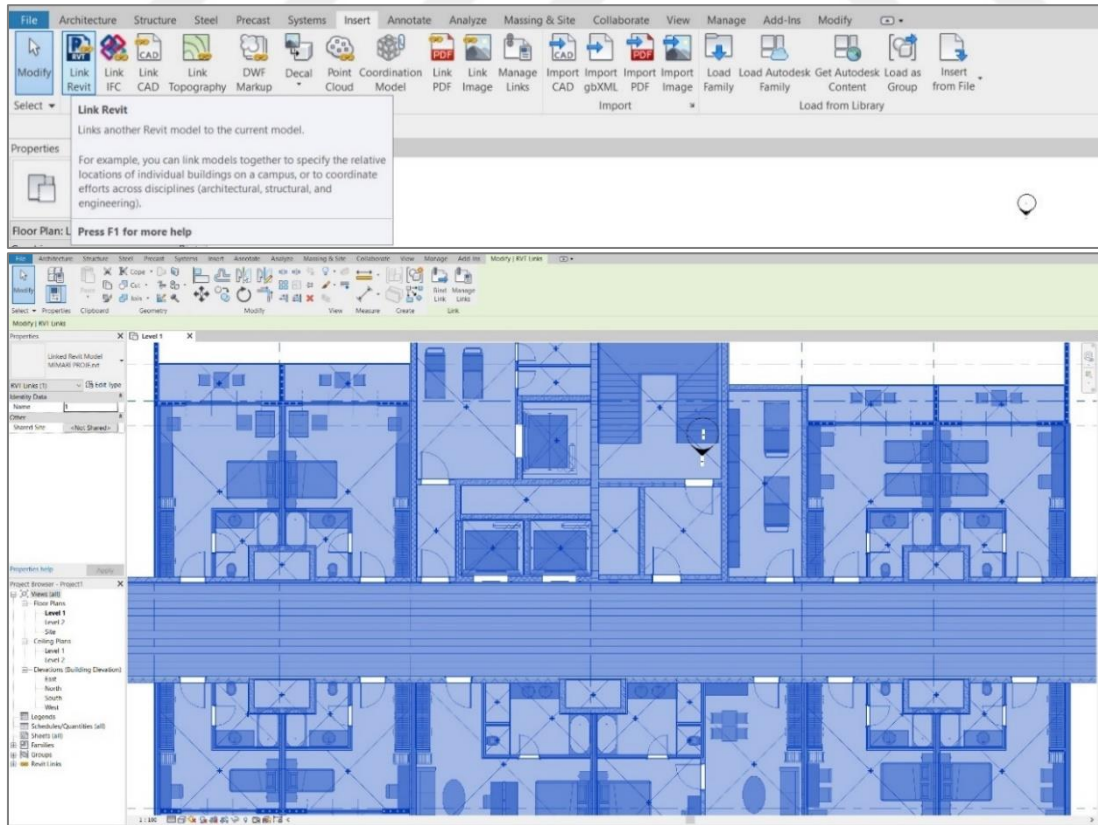
Şekil 5.94. Kütüphane elemanı üzerinden (family) kısıtlama gösterimi, kütüphane dışı elemanları proje dışında bırakma



Şekil 5.95. Kütüphane elemanı üzerinden kısıtlama gösterimi (kapı-pencere vb. elemanlar), kütüphane dışı elemanları proje dışında bırakma

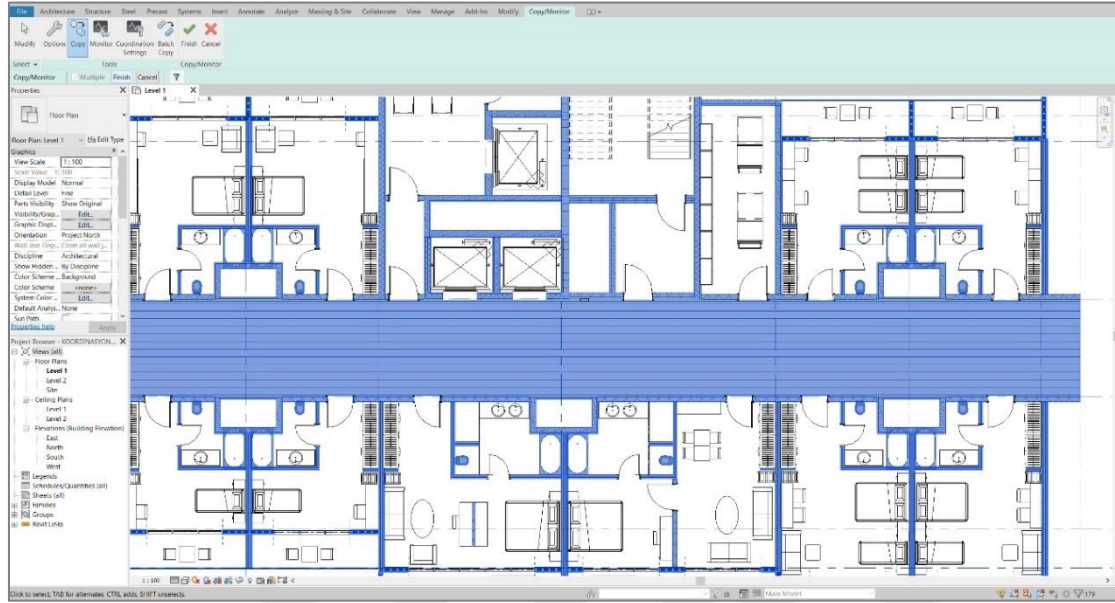
Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında disiplinler arası iletişimin en etkili olduğu kısımlardan biri de proje dağıtım sürecidir. Uygulama planı kapsamında bu süreç standardize edilmiş olmasına rağmen uygulama kapsamındaki işleyiş bu bölümde kurgulanmaktadır.

Yapı bilgi yönetimi merkezi bir model kapsamında kurgulanmaktadır. Fakat bu modelin oluşumunda disiplinler merkezi modelin parçalarını oluşturmakla yükümlüdür. Merkezi bir modelin tamamına erişmek ve değişiklik yapabilmek kuralsız bir yönetimi işaret etmektedir. Aynı bağlamda disiplinlerin kendi parça modelindeki çalışma düzeni de yapı bilgi yönetimi koordinatörünün organize ettiği bir sınırlılık içerisinde olmalıdır. Bu sınırlılık hem sorumluluğun ötesinde işlem yapılamaması hem de disiplinlerin kendi alanlarını karmaşık bir modelden süzebilmesi hedefindedir. Ayrışan parçalar aynı zamanda birbirine bağıntılı ve yapı bilgi yönetimi koordinatörü kontrolünde merkezi model kapsamındadır. Farklı modellerde çalışma yapıp birleştirme söz konusu değildir. Oluşturulan bağıntılar merkezi modelin eşzamanlı revize olmasını sağlamakta ve merkezi model disiplinlerin eklemeleri ile gelişmektedir. Bu bağıntıların kurgulanması disiplinler arası modeller arasında “link” mantalitesinde oluşturulmaktadır (Şekil 5.96).



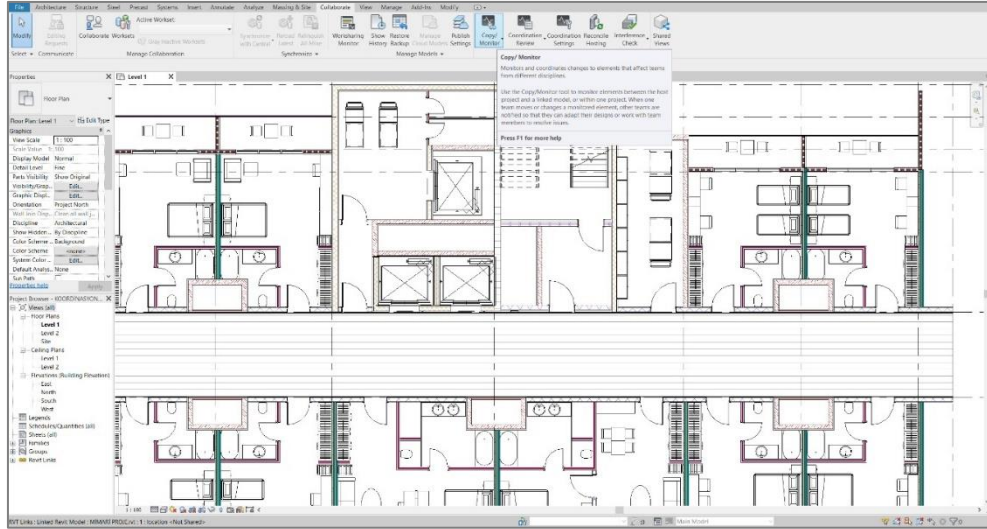
Şekil 5.96. Link oluşturma, disiplinler arası proje paylaşımı için projenin linklenmesi

Link oluşturularak alınan proje bir bütün halinde gelmektedir. Farklı bir disiplinin altlığı olarak kullanılacak bu model organize edilerek kopyalanır ve işlenebilir hale getirilir (Şekil 5.97).



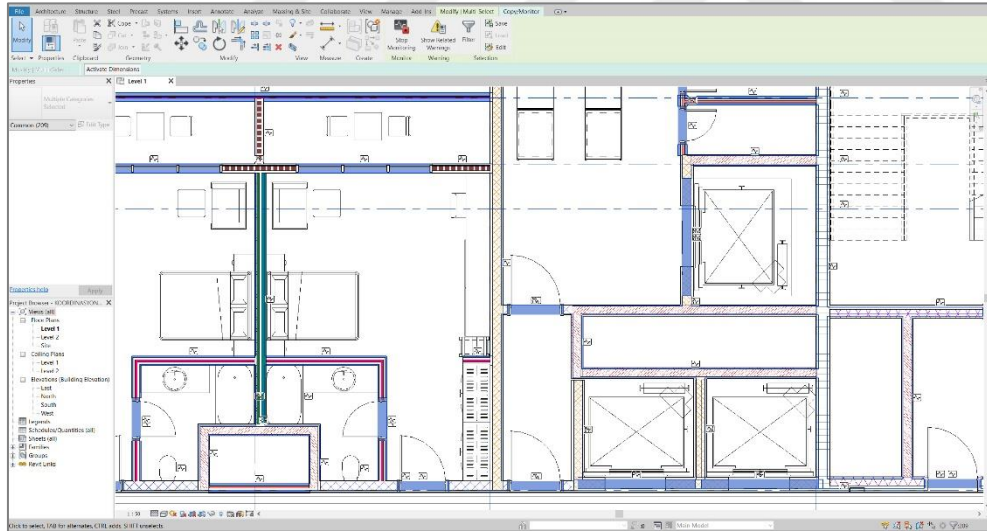
Şekil 5.97. Linklenen projenin kopyalanması

Linklenen model sadece bir altlık, model paylaşımı bağlamındadır. Bunun dışında herhangi bir disiplinler arası iletişimi desteklememektedir. Disiplinler arası bağıntı izleme (monitor) kurgusu ile gerçekleşmektedir. Bu kurgu linklenen model üzerinde nelerin ana model sahibi tarafından izleneceğini ve de eşzamanlı olarak linkli modeli kullanacak olan kullanıcının da bu kapsamda uyarılmasının organize edilmesidir. Bu kapsamda izlenmek istenen öğeler seçilirken bazı öğeler ise serbest bırakılabilir. Serbest öğeler hakkındaki değişiklikler paydaşın özgür davranacağı bölümleri göstermektedir.



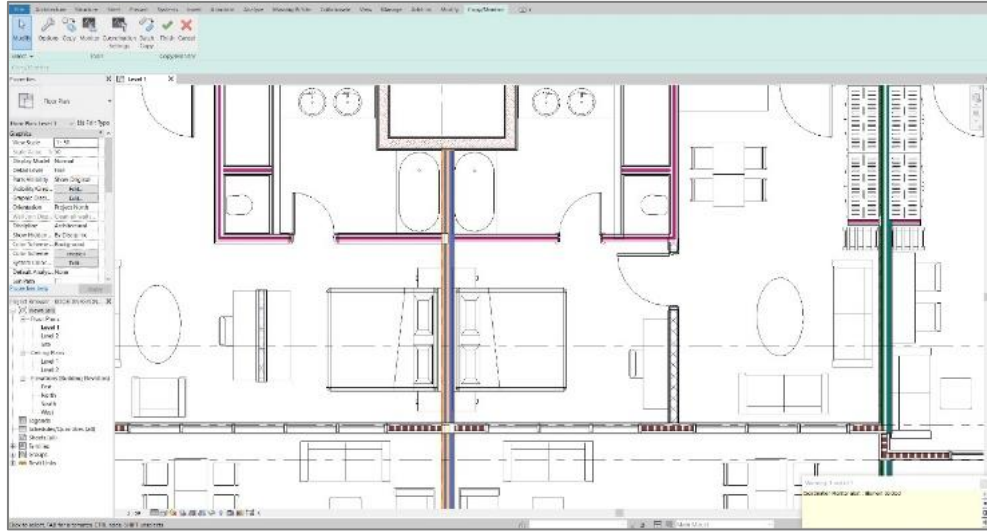
Şekil 5.98. İzleme komutu ve izlenecek verinin kopyalanarak seçimi

İzleme komutu ile seçilen öğeler üzerinde bir dinamizm işareti oluşmaktadır. İşaretli yapıdaki tüm öğelerde yapılacak değişiklikler bildirilmektedir (Şekil 5.98, 5.99).

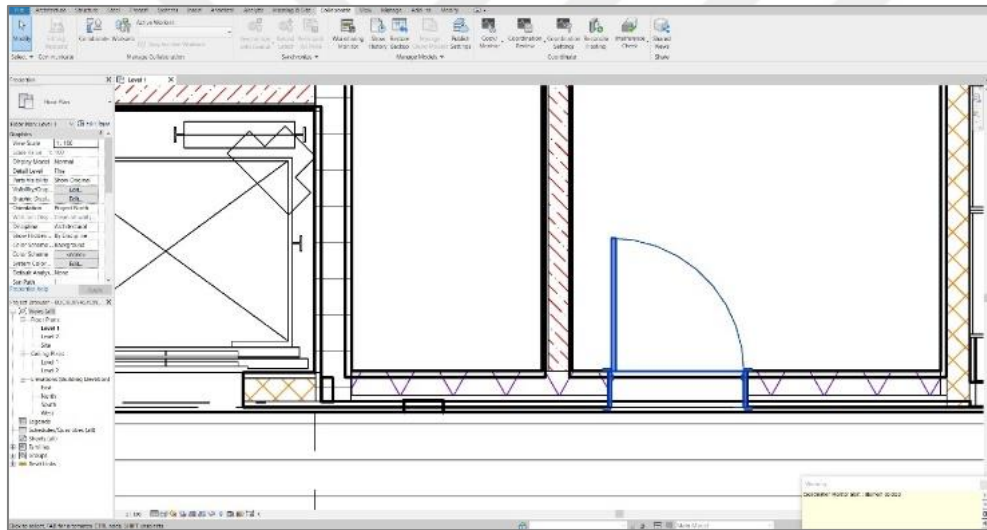


Şekil 5.99. İzleme komutu ile dinamik izlenen elemanların işaretlenmesi

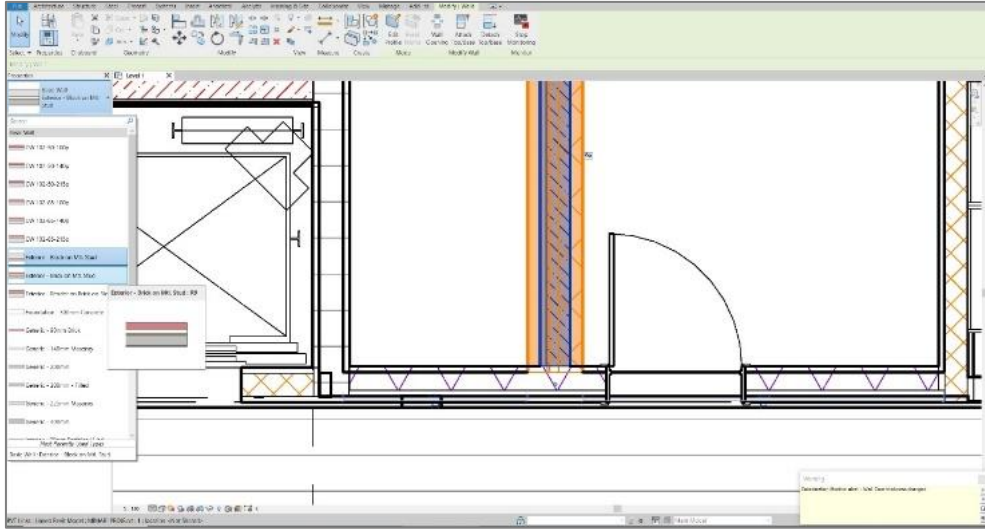
İzleme komutu içerisinde yer alan farklı eleman-nesnelerde yapılan değişiklikler, silmeler, tip değişiklikleri ve revizyonlar koordinasyon izleme uyarısının oluşmasına yol açmaktadır. Duvar elemanında yapılan bir silme işleminde, “bu duvar izlenmektedir ve silindi”, tip değişikliklerinde “bu duvar izlenmektedir ve değiştirildi” eleman bazında yapılan silme veya değiştirmelerde de buna benzer uyarılar eşzamanlı olarak oluşmaktadır. Bu uyarılar aynı zamanda linklenen proje paydaşına da ulaştırılmaktadır (Şekil 5.100-5.102).



Şekil 5.100. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (duvar elemanı) silinmesi

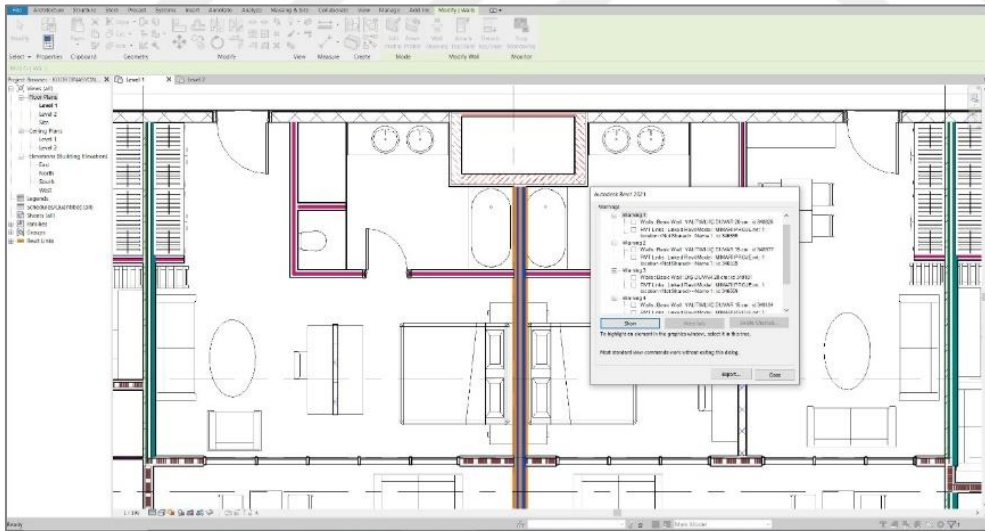


Şekil 5.101. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (eleman bazında- kapı elemanı) silinmesi



Şekil 5.102. Koordinasyon izleme uyarısı, bir elemanın (duvar kalınlık ve cinsi) değiştirilmesi

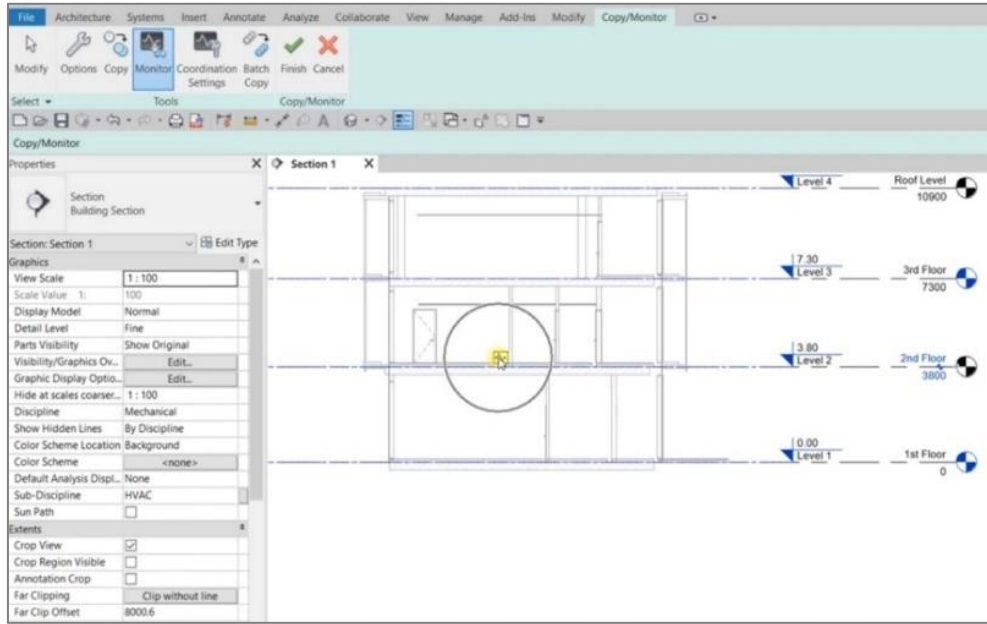
Koordinasyon izleme uyarılarının tamamı depolanmakta ve bir uyarı geçmişi raporlanmaktadır. Bu çalışma mantalitesi ile disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar kurallı bir iletişime geçmektedir.



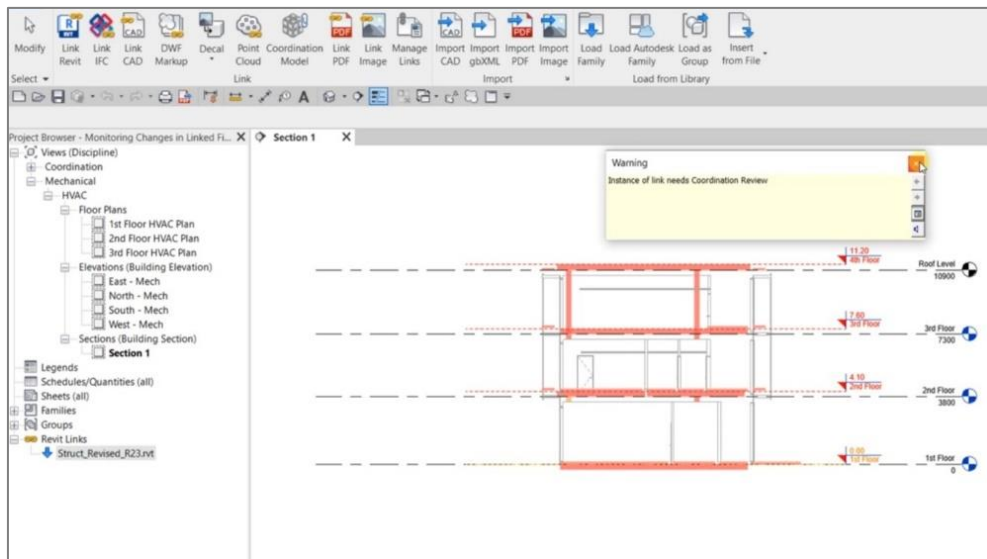
Şekil 5.103. Uyarılar geçmişi

İzleme komutu her seçilen eleman için kurgulanabilmektedir. Farklı modeller içerisinde yer alan farklı kotlar da izlemlenebilmektedir. Mimari modelde belirlenen kotlara yapılan farklı disiplin modellerinden gelen bu farklı veriler kabul, ret veya ekleme bağlamlarında ele alınarak değiştirilebilmektedir (Şekil 5.103).

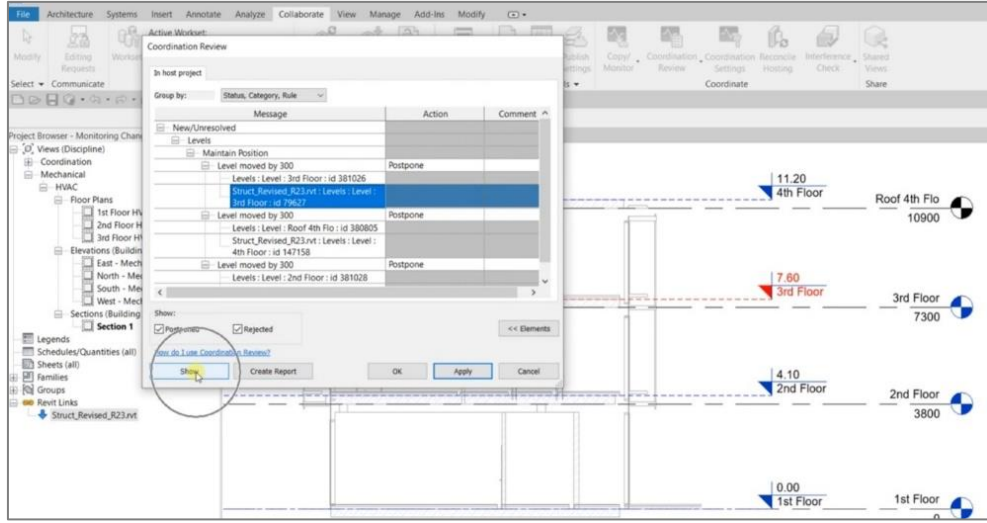
Bu kurgu aynı zamanda da yönetmeliklerden-şartnamelerden gelen bazı kuralların kontrolü içinde kullanılabilir. Maksimum yüksekliğin belirlendiği bir model kapsamında yapılan ekstra yükseklikler bu kurgu ile kısıtlanabilmekte ve izlenebilmektedir (Şekil 5.104-5.106).



Şekil 5.104. Verinin izlenmesi (monitor uygulaması) (LWR)

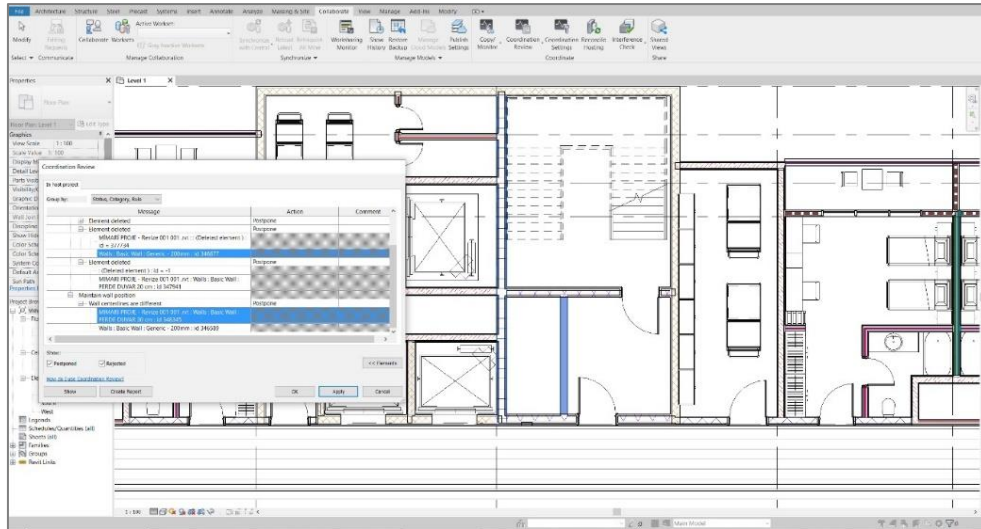


Şekil 5.105. İzlenen kotların değiştirilme koordinasyon uyarısı (LWR)



Şekil 5.106. İzlenen kotların değiştirilmesi eleman bazlı gösterimi (LWR)

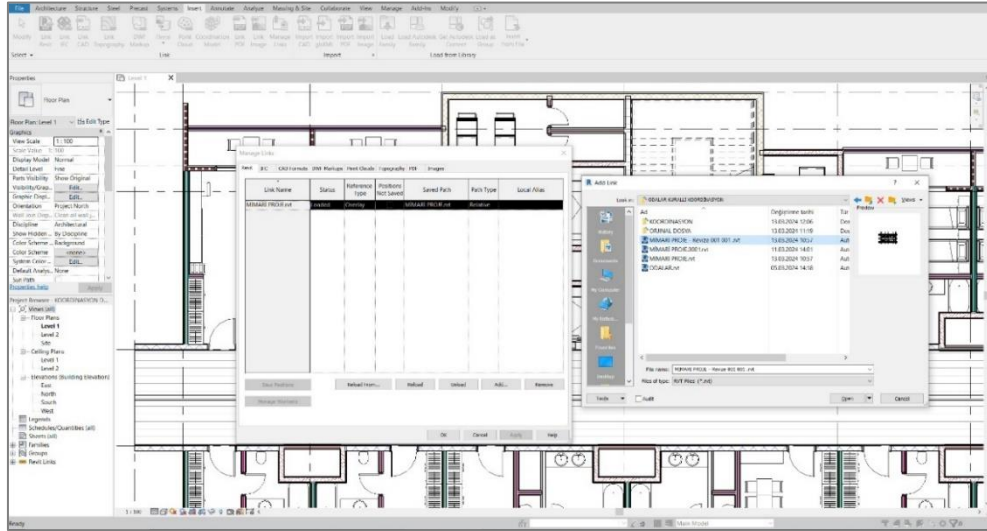
Yapı bilgi yönetimi modeli üzerinden yapılan izleme koordinasyonu bir sınırlayıcı etken değildir. Sadece yapılan değişikliklerin uyarıldığı ve raporlandığı bir süreçtir. Disiplinler arası bağıntıyı desteklemektedir. Ortaya çıkan uyarılar bir yandan model üzerinden iki disiplinin iletişimini sağlarken bir yandan da revizelerin raporunu oluşturmaktadır. Bu revizeler koordinasyon inceleme (coordination review) bölümü ile yönetilmektedir.



Şekil 5.107. Proje koordinasyonu ve eylemlerin eleman bazında tespiti

Bu bölümde model üzerinde yapılan değişikliklerin tespiti kullanıcılara sunulmaktadır. Yapılan her değişiklik için elemanlar tek tek gösterilmekte ve karar alma mekanizması işletilmektedir. Model üzerinde hangi elemanda değişiklik yapıldığı hem sayısal-parametre

İzlenen öğeler özelinde kurallı disiplinler arası yönetim sağlayan bu bölüm yapı bilgi yönetimi uygulama planı kapsamında sunulan kılavuz bilgilerle eş zamanlı olarak bir yönetim süreci parçasını tariflemektedir.

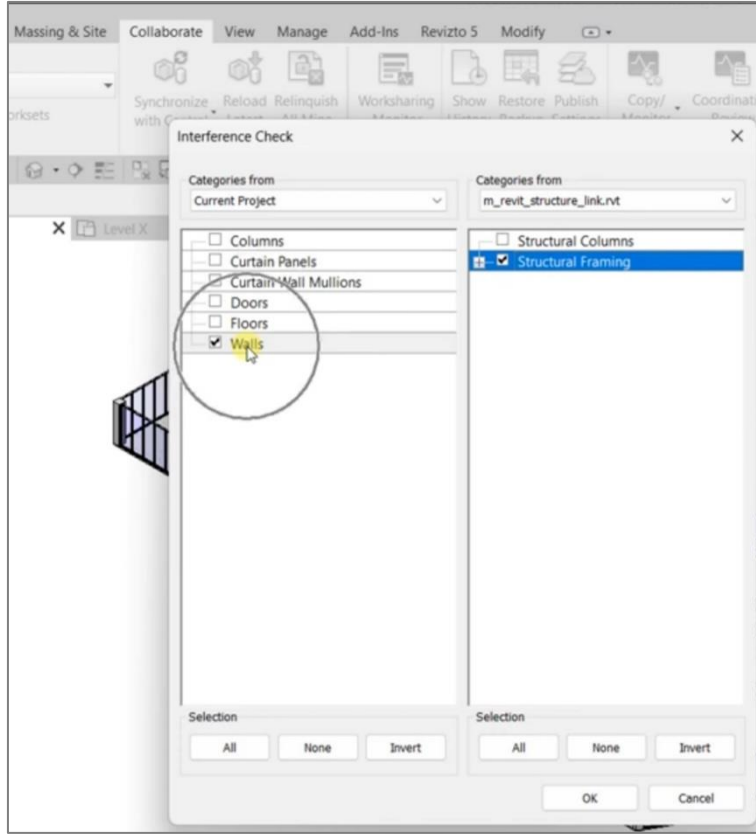


Şekil 5.110. Linklerin yönetilmesi

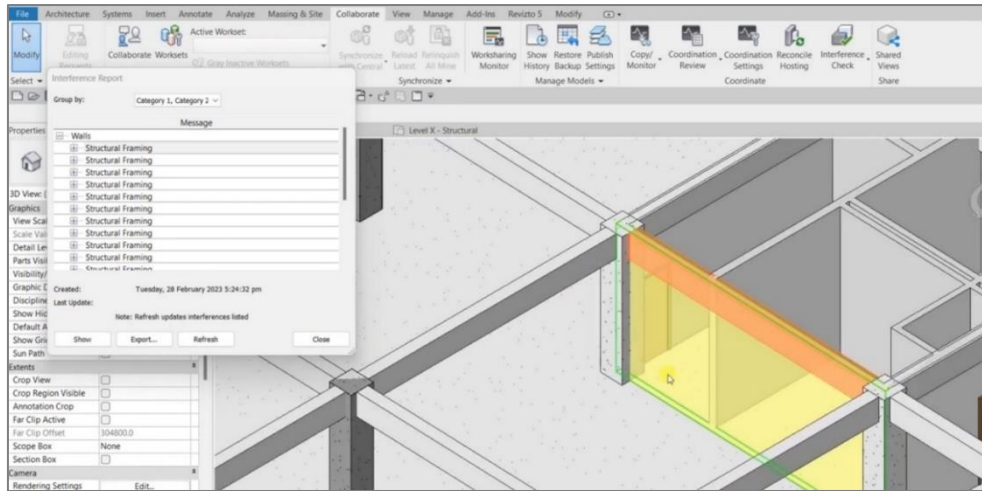
Yapı bilgi yönetimi modelinde yapılan revizeler veya eklemlemeli modeller kapsamında alınan linklerin tamamı dinamik olarak yönetilebilmektedir. Yönetilen revize projesi ile linklenen tüm model parçaları bu bölümde organize edilmektedir (Şekil 5.110). Revize olan model hakkında değişiklikler de çakışma kontrolleri ile anlaşılabilir. Bu çakışma kontrolleri iki farklı uygulamada karşımıza çıkmaktadır. Bunlar;

- Revize edilen projelerin birbirleri ile karşılaştırılması,
- Modelin kendi içerisindeki parçaların karşılaştırılması,
- Disiplinler arası modellerin birbirleri ile karşılaştırılmasıdır.

Bu bağlamda yapılan çakışma kontrolleri ile revize edilen parçalar, model içerisinde çakışan parçalar ve de farklı disiplinlerden gelen modellerin birbirleri ile çakışmaları hem raporlanmakta hem de izlenebilmektedir (Şekil 5.111, 5.112). Bu kurguda disiplinler arası bağıntının kurulmasında son derece önemlidir. Yapılan tüm revizeler proje kütüğünde yer almakta ve proje verisi olarak kaydedilmektedir. Bu ise yapı bilgi yönetimi süreci ve uygulama planı için sürekli yenilenen bilgi anlamına gelmektedir.

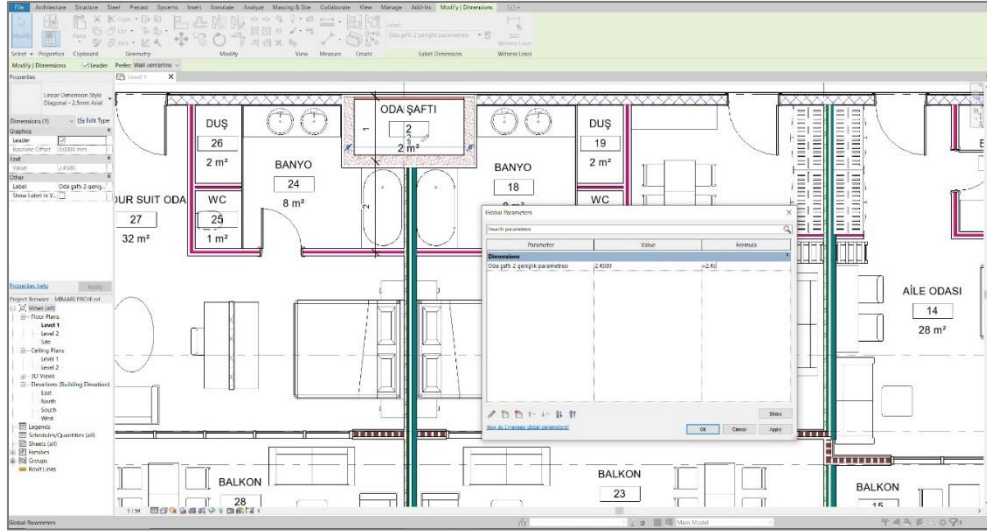


Şekil 5.111. Disiplin, eleman ve proje bazlı çakışma kontrolü (LWR)



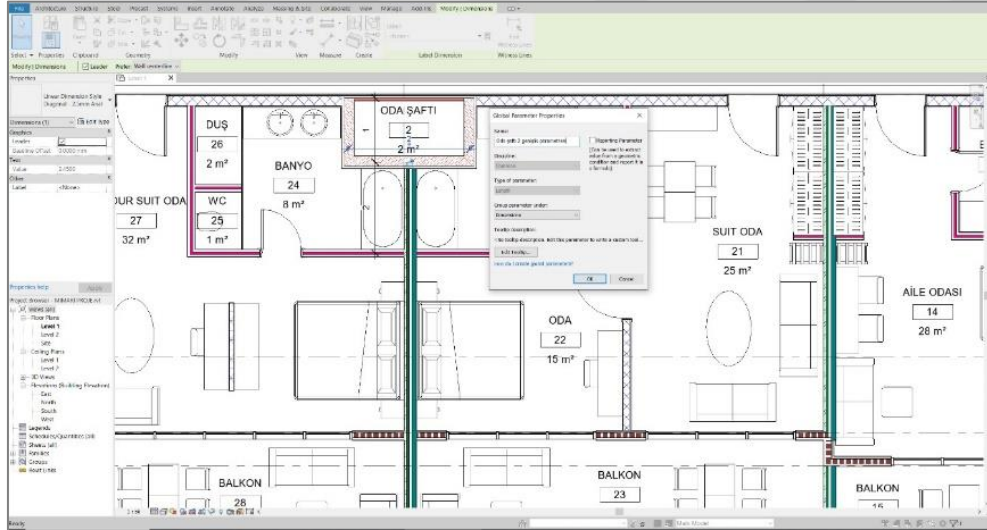
Şekil 5.112. Farklı disiplin ve grup elemanları arası çakışmalar (LWR)

Yapı bilgi yönetimi modeli parametrik bir yapıdadır. Her sayısal verini kendi parametrik verisinin olmasının yanı sıra model kapsamında da belirli parametreler tanımlana bilinmektedir (Şekil 5.113).



Şekil 5.113. Global parametrelere tanımlamaları (Genişlik)

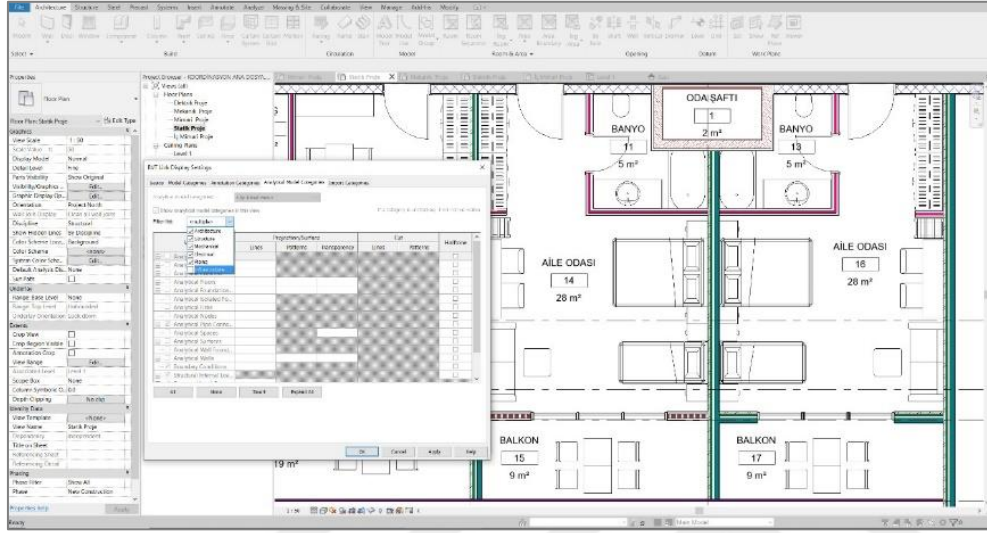
Bu kapsamda verilen parametreler ile belirli mekanlar sınırlandırılabilir bilinmektedir. Oluşturulan örneklem kapsamında da şaft mekanının minimum ölçüleri ve de banyo mekanı dar kenarı ölçüleri kapsamında parametrik kısıtlar konulmuştur (Şekil 5.114).



Şekil 5.114. Birden fazla global parametre tanımlanması

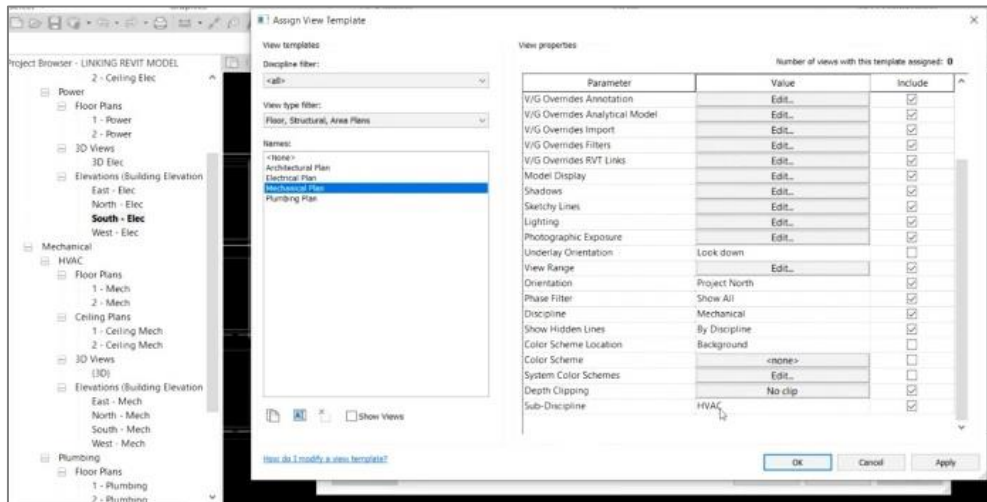
Disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar kapsamında verilen bu örneklem ile parametrik bir sınırlandırma yapılmış ve de modelde yer alan mekanların paydaş bağlamında sınırlandırılması hedeflenmiştir.

Yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında disiplinler arası bağıntının kurgulanmasında kullanılan bir diğer bölüm ise ortak bir dilin ve de şablonun tariflendiği bölümdür. Birçok farklı disiplinin yer aldığı bu süreçte birbirine bağıntılanan modeller merkezi modeli kurgulama amacındadır (Şekil 5.115).



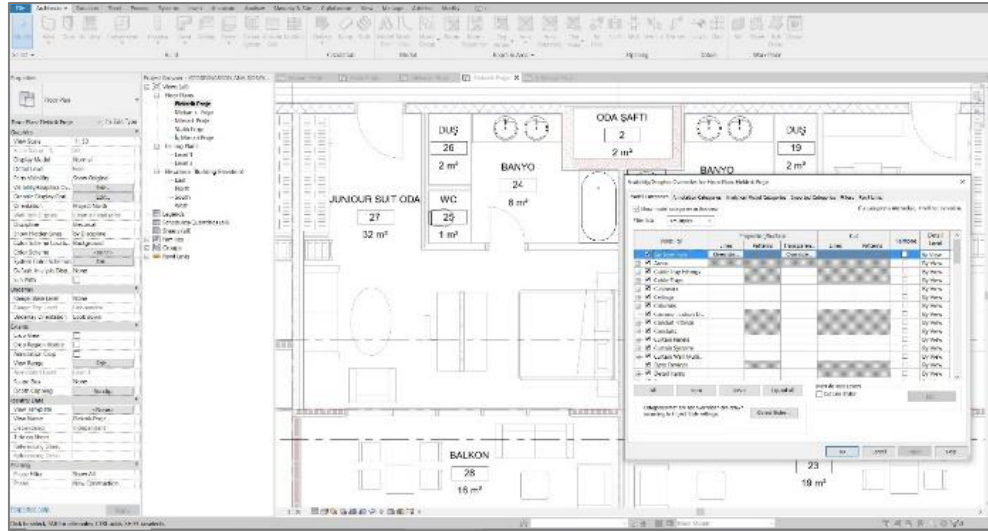
Şekil 5.115. Farklı disiplin modellerinin bir arada yönetilmesi

Merkezi model bir koordinasyon belgesi içerisinde toplanarak organize edilmektedir. Bu organizasyondan yapı bilgi yönetimi koordinatörü sorumludur. Modellerin birbirilerine olan bağıntılarını kurguladığı gibi merkezi modelde sorumluluk ve rolleri kurgulamaktadır.

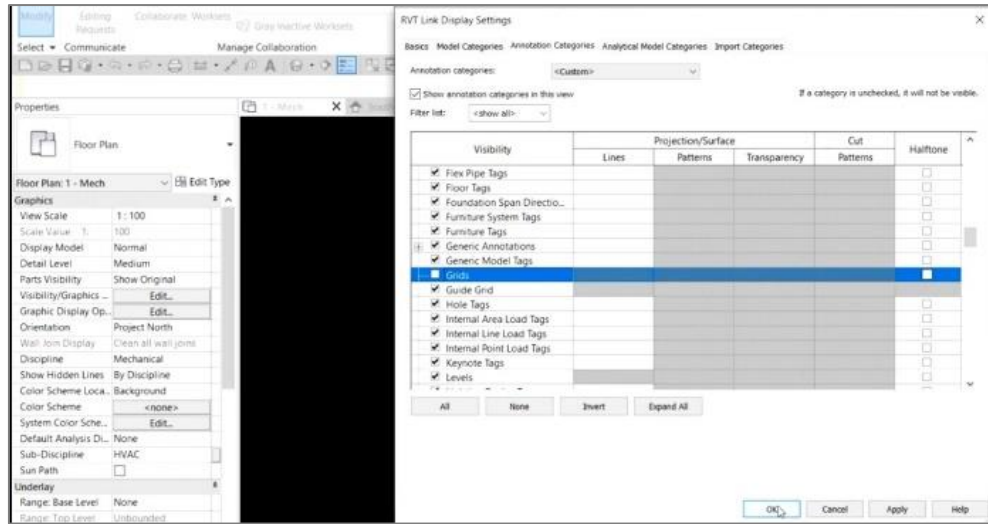


Şekil 5.116. Disiplinlerin şablon bazlı proje görünüm yönetimi (LWR)

Bu kurgu kapsamında hangi modelin hangi modelden ne kadar veri alması gerekliliği de belirlenmelidir. Bu kurgu disiplinlerin sadeleştirilmiş bir modelde işlem yapabilmelerinin yolunu açmaktadır. Disiplinlerin modele erişimi hem model parçaları ve görünüm ayarları kapsamında kurgulanırken hem de dosya erişimleri bağlamında (BIM 360) kurgulanabilmektedir (Şekil 5.116-5.118).



Şekil 5.117. Farklı disiplinlere göre değiştirilen görünümsel şemalar



Şekil 5.118. Linkli dosyaların farklı disiplinler için yönetilmesi (LWR)

Yapı bilgi yönetimi bilginin yönetildiği, yorumlandığı ve değiştirilebildiği bir ortam sağlamaktadır. Bu ortam kapsamında farklı örneklemelerin sunulması bu süreçte katkı yapma bağlamındadır. Yapı bilgi yönetimi uygulama planının kılavuzluğunda kurallı disiplinler arası iletişime katkı sağlanması hedeflenmektedir.

Autodesk BIM 360; Proje yönetim, kısıt ve sunumlarının gerçekleştirildiği bulut tabanlı bir yönetim platformudur. Proje yaşam döngüsü süresince bilinçli bir karar alma ortamı oluşturmaktadır. Verilerin gerçek zamanlı olarak birbirine bağlantı kurduğu bu süreçte proje performansının optimize edilmesi ve bütünsel bir yaklaşımla ele alınması için disiplinlerin koordine edilmesini hedeflemektedir. (Bigazzi, 2022)

5.2.4. Autodesk BIM 360

Autodesk BIM 360;

- Proje verilerini düzenleme, erişimi yaygınlaştırma ve bağlantı kurma,
- Zamanında teslim etmek için proje görünürlüğünü artırma,
- Giderek karmaşık hâle gelen projelerde birlikte çalışma,

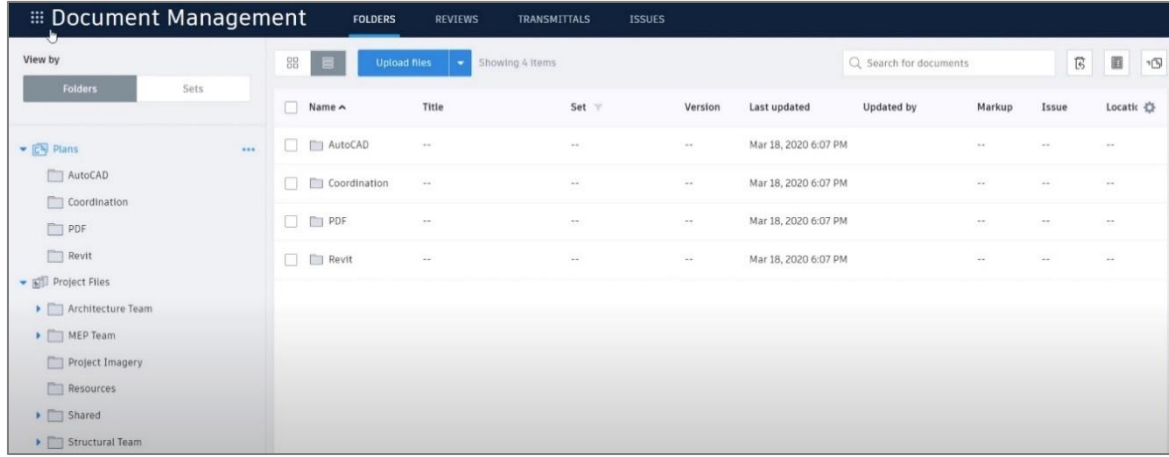
hedefleri olan ve Revit, Civil 3D, Plant 3D gibi birçok yazılım ile de entegre çalışan bir yazılımdır. (Autodesk)

Bu çalışma kapsamında Autodesk BIM 360 yazılımı yapı bilgi yönetimi modeli disiplinler arası tasarım yönetimi çerçevesinde ele alınarak;

- Dosya paylaşımı,
- Kullanıcı tanımları,
- Dosya izinleri,
- Proje yayınlama,
- Model izleme,
- Revize kontrolü

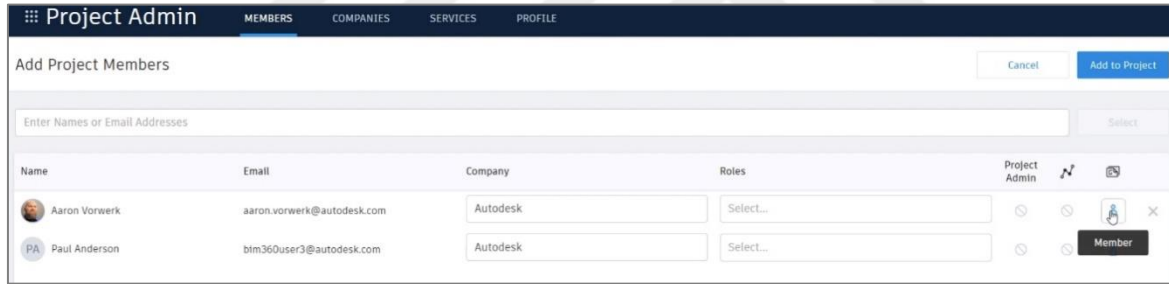
konuları ele alınacaktır.

Yapı bilgi yönetimi kapsamında yapılan bu çalışma ile; disiplinler arası yönetim kurgusuna merkezi model bulut depolama sürecinin eklemlenerek disiplinlerin yönetilmesi konusunda kurgu ve kısıtlama verisi sağlanması hedeflenmektedir.



Şekil 5.119. Belge yönetimi (Autodesk Building Solutions)

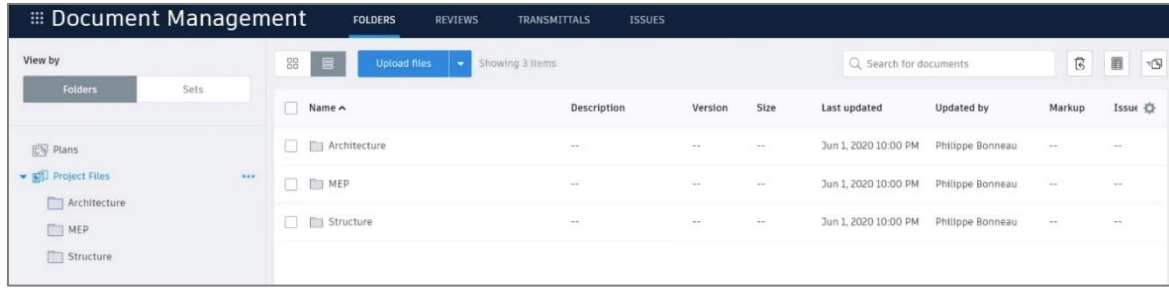
Autodesk BIM 360 proje dokümanlarının depolandığı ve yönetildiği bulut ortamıdır. Yapı bilgi yönetimi kapsamında kullanılan bu süreç disiplinler arası dosya paylaşımının yapıldığı, sınırlamaların ve veri alışverişinin paylaşıldığı alandır (Şekil 5.119).



Şekil 5.120. Paydaşların tanımlanması (Autodesk Building Solutions)

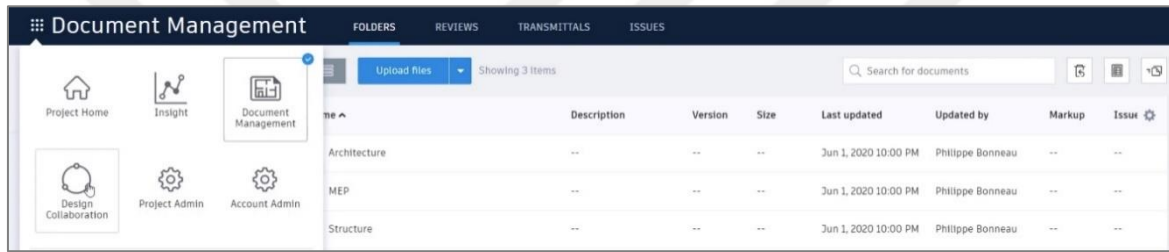
Yapı bilgi yönetimi proje koordinatörü tarafından yönetilen bu sürecin birinci adımını projede yer alacak paydaşların tanımlanması ve proje içerisindeki rolünün belirlenmesi oluşturmaktadır (Şekil 5.120).

Bir sonraki adım ise disiplinlerine göre kategorize edilen projelerin yazılıma eklenmesidir. Bu süreç içerisinde belge hakkındaki revize tarihi, revizeyi yapan ve tanımlamalarla ilgili bilgiler bu bölümde yer almaktadır (Şekil 5.121).



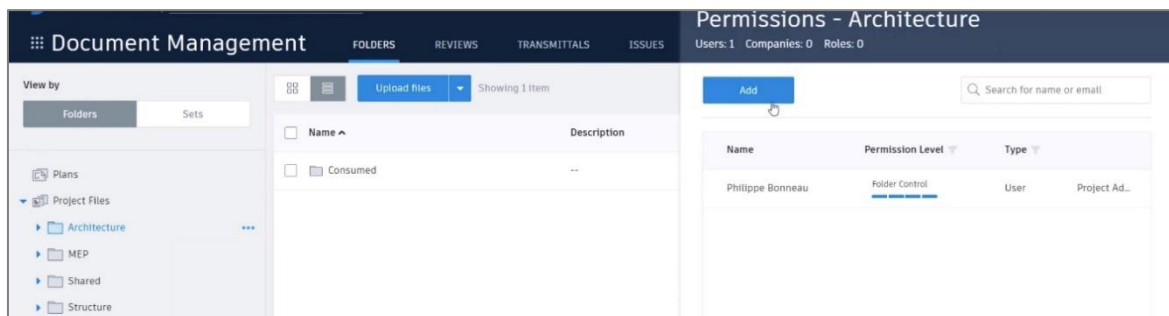
Şekil 5.121. Disiplin belgelerinin eklenmesi (Autodesk Building Solutions)

Autodesk BIM 360'ın bir diğer modülü ise dizayn iş birliğidir (design collaboration). Bu bölüm iş birliği kapsamında yönetim süreçlerini barındırmaktadır (Şekil 5.122).



Şekil 5.122. Dizayn iş birliği (Autodesk Building Solutions)

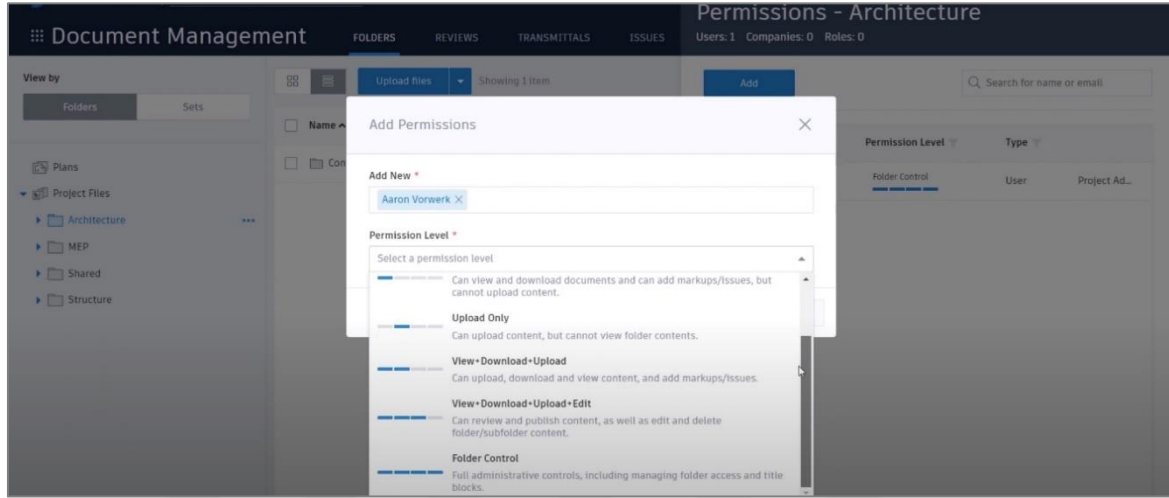
Bu bölüm kapsamında belgelere erişim kısıtları oluşturulmaktadır. Her kullanıcının erişebileceği dosyalar birbirinden farklı olarak tanımlanabilir ve bu konuda kısıtlama yapılabilmektedir. Aynı zamanda disiplinler bazında bu kurallar standart hale getirilebilir ve bu bağlamda paydaş belge erişimi yönetilebilir (Şekil 5.123).



Şekil 5.123. Paydaş izinleri (Autodesk Building Solutions)

Dosya üzerindeki erişimin yanı sıra bu kurgu ile ulaşılan belgedeki işlem kabiliyetlerinde de sınırlandırmalara gidilebilir. Bu kapsamda belge erişimi olan paydaşın; sadece dosyayı görme, görme ve değiştirebilme, sadece yenileyebilme, görme değiştirme ve yeniden

yükleme veya dosya ile ilgili her hakka sahip olma gibi sınırlamalar ile yönetilmesi sağlanmaktadır (Şekil 5.124).



Şekil 5.124. Paydaş kısıtlamaları (Autodesk Building Solutions)

“Revit” yazılımı ile entegre çalışan bu süreçte dosyaların yayınlanma süreci ile eşzamanlı Autodesk BIM 360 ortamında belge erişimi sağlanmaktadır.

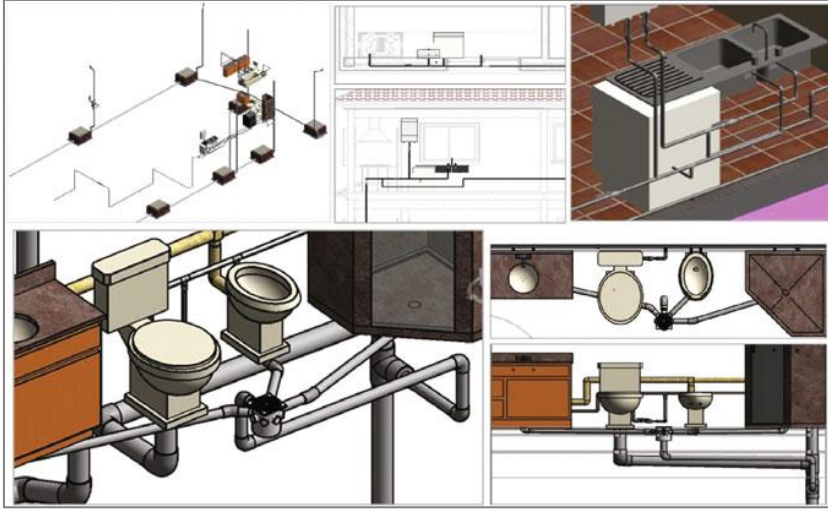
Yapı bilgi yönetimi merkezi modeli kapsamında da verilen izinler çerçevesinde ilgili yapı modeline ulaşım sağlanabilmekte ve izlenebilmektedir.

Proje süreci içerisinde yapılan her tür revizenin kontrol edilmesine de olanak sağlamaktadır. Bu kurgu ile de disiplinler arası proje işbirliği canlı tutulmaktadır.

Autodesk BIM 360 yazılımı ile disiplinler arası yönetim kurgusuna dosya paylaşımı ve erişimi konularında kurallı bir sınırlama getirilmesi ve bu model sürecine katkı sunulması hedeflenmektedir. Proje yönetimi koordinatörü kontrolünde yürütülen bu çalışmanın yapı bilgi yönetimi uygulama planı, proje yönetimi ve Revit iş birliği süreçleri ile veri bütünlüğü içerisinde ele alınması ve buna sonuç çakışma kontrollerinin eklenmesi (Naviswork) bütünsel bir yaklaşımla disiplinler arası yönetim sürecini bir başka noktaya taşıyacaktır.

5.2.5. Naviswork

Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi kapsamında araç olarak kullanılan Naviswork yazılımı, sonuç ürünlerin çakışma kontrollerinin yapıldığı ve bu kontroller neticesinde

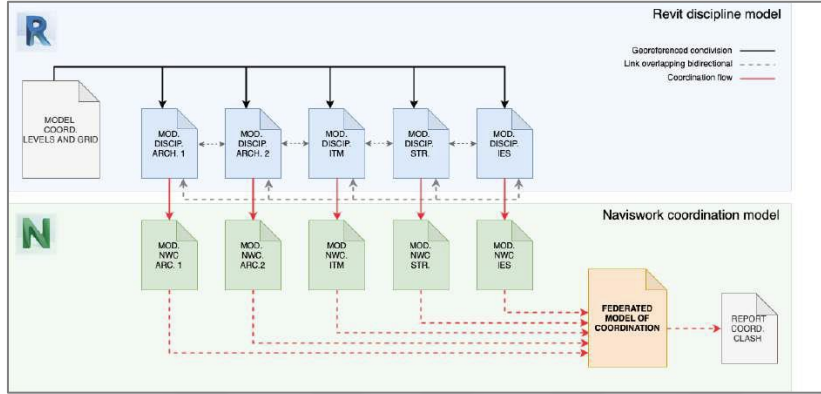


Şekil 5.126. Eleman bağlamında çakışma (Sampaio vd., 2016)



Şekil 5.127. Yapı bilgi yönetimi eleman parametreleri (Pishdad ve diğerleri, 2018)

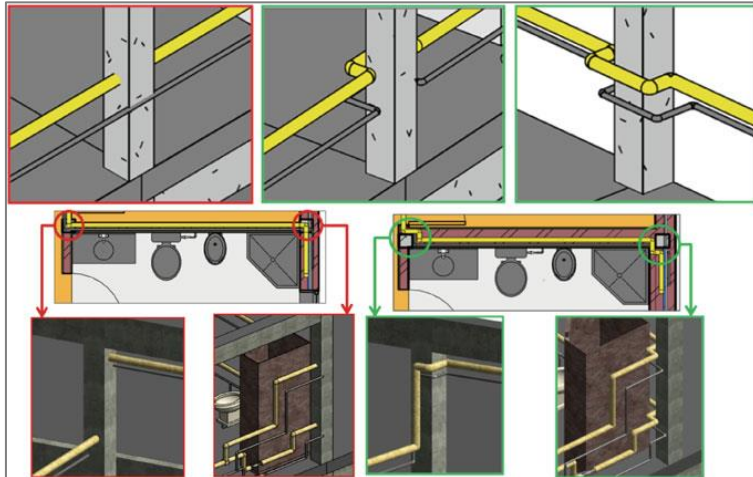
Revit yazılımı ile entegre çalışan Naviswork yapı bilgi yönetimi eleman parametrelerini baz alarak çalışmakta ve bu kapsamda çalışan elemanların tespitine olanak sağlamaktadır. Bu kapsamda model üzerinde yapılması gerekli revizeler kolaylıkla kurgulana bilinmektedir (Şekil 5.128).



Şekil 5.128. Disiplinler arası çakışma kontrolleri şeması (Bigazzi, 2022)

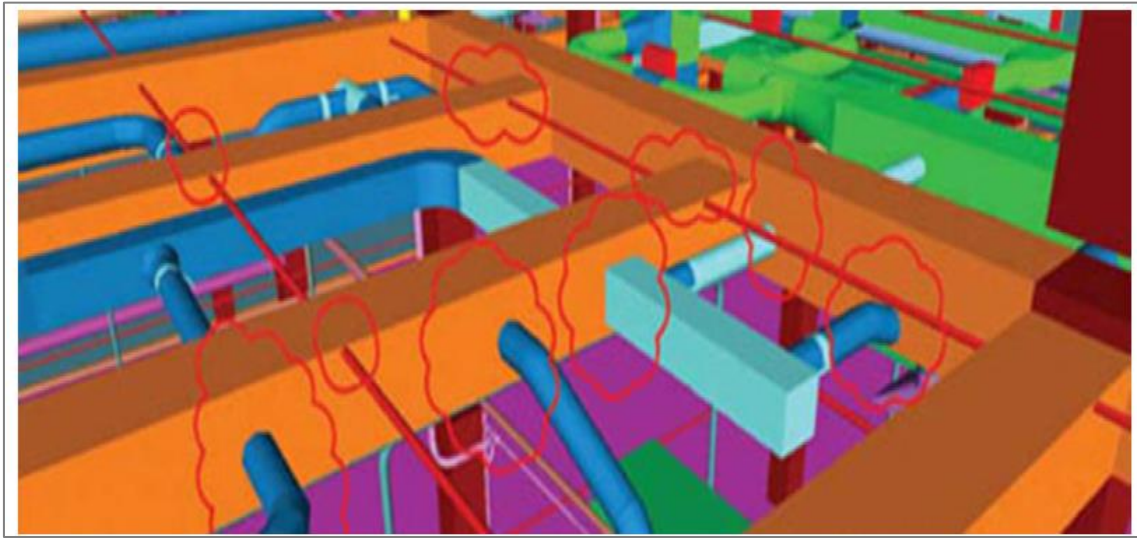
Yapı bilgi yönetimi kapsamında merkezi model veya olgunluk seviyesi kapsamında ayırık çalışan model parçaları Naviswork yazılımı ile çakışma ortamında birleştirilebilir ve analiz edilebilirler (Şekil 5.129).

Oluşturulan bu kurgu kapsamında çakışma kontrolleri belirli seviyeleri tarifleyecek biçimde kurgulanmaktadır. Bu kurgu çakışma kontrolleri kapsamındaki tolere edilebilirliğin kurgulanmasını tariflemektedir. Binlerce çakışan eleman içerisinde gerçekten tasarımcıya gerekli olanların ayıklanmasında en önemli unsur bu ayırımın yapılmasıdır.



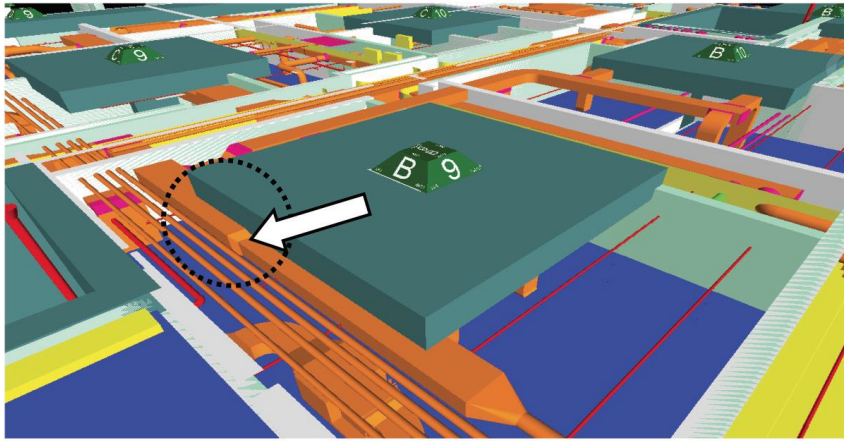
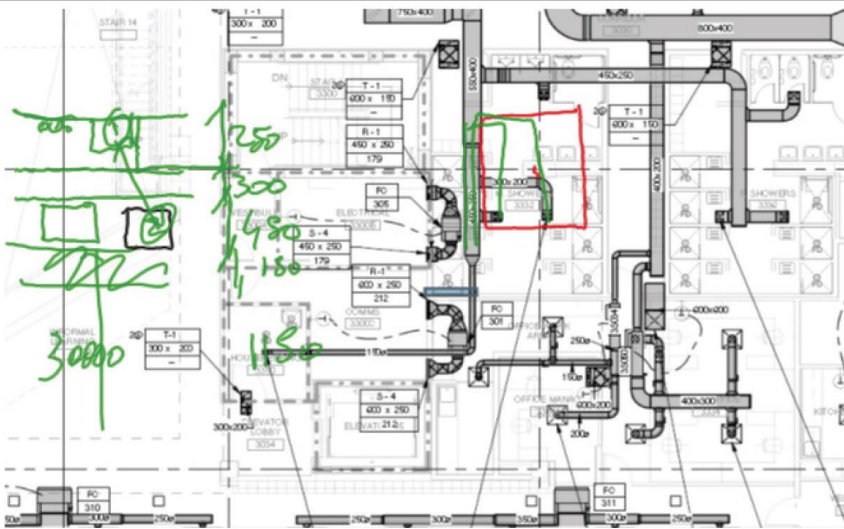
Şekil 5.129. Tolere edilmesi uygun olmayan çakışma örneği (Sampaio vd., 2016)

Bu yazılım kapsamında bulunan tüm çakışmalar rapor haline getirilmektedir. Bu raporlar üzerinde gerekli paydaş yorumları eklenerek gerekli düzenlemenin yapılması önerilmektedir. Bu kapsamda yapı bilgi yönetimi eleman parametreleri ile özdeş veriler kullanıldığından farklı paydaşlar çakışan eleman-nesneleri kolaylıkla algılayabilmektedir. Aynı zamanda model üzerinde de bu çakışmalar gösterilmektedir. Disiplinler bu kurgu içerisinde birbirleri ile iletişime geçebilmekte ve disiplinlerin birbirlerine dokunduğu noktalardan biri olan çakışmalar kapsamında entegre ve iş birliği içerisinde çalışabilmektedirler.



Şekil 5.130. Yapı bilgi yönetimi model çakışması (Barati ve diğerleri, 2013)

Disiplinler arası iletişimin çakışmalar (Şekil 5.130, 5.131) bağlamında ele alındığı bu bölümde iletişim hem model üzerinde alınan notlar ve uyarılar ile hem de yapılan raporlamalar ile sağlanmaktadır. Bu kapsamda Disiplinler arası yönetimin bir aşamasını da sonuç ürünlerin ele alındığı çakışmalar bölümü ve araç olarak da Naviswork yazılımı oluşturmaktadır.

Clash ID	Status	Location	Received Date	Resolved Date
Level 3 East-CL04	Resolved	Level 3 East- Adjacent to Electrical Room- Col. B9	21 April, 2011	26 April, 2011
Reference Drawings	A2.13 E4.04 M2.08 M2.09 P2.05			
Clash Description	Ductwork clashes with column capital. Ceiling Height of 3000 mm is desired in adjacent shower area.			
Sketch Plan / Section / 3D Screenshot				
Solution / Changes	Ductwork and plumbing routes will change and move toward electrical room. Size of duct will reduce at column capital.			
Sketch Plan / Section / 3D Screenshot				

Şekil 5.131. Yapı bilgi yönetimi modeli üzerinde disiplinler arası çakışmanın raporlanması ve etiketlenmesi (pilehchian ve diğerleri, 2015)

5.3. Bölüm Sonucu ve Değerlendirme

Bu çalışma kapsamında; yapı bilgi yönetimi çerçevesinde, birbirlerini besleyen ve veri alışverişinin yönetildiği iki model ve de bunların birleşim, kesişim ve entegrasyonu ile oluşturulan merkezi yapı bilgi yönetim modeli ile erken tasarım evresinden uygulama aşaması sonuna kadar, veri yönetimi ve disiplin-paydaş yönetimi alanlarında algoritmik bir süreç yönetim kurgusu tanımlanmıştır.

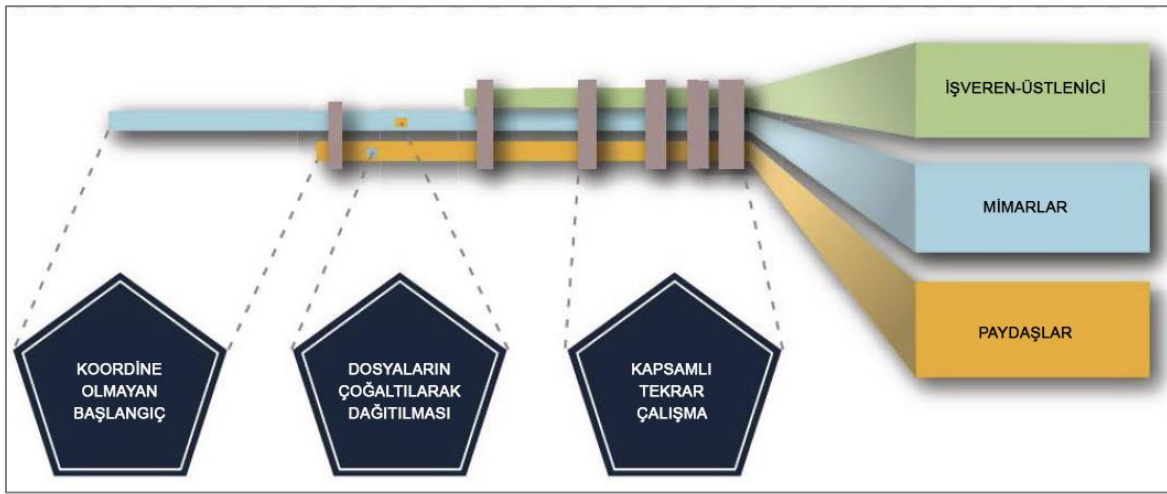
Bu kapsamda yapı bilgi yönetiminin geliştirilebilir, değiştirilebilir ve eklemlenebilir bir sistem olarak organize olması bu çalışmanın yönlenmesinde etkili olmuştur. Kurgulanan modeller kapsamında birçok girdi ve araç geleneksel kullanımları ve de özgün kullanımları ile yapı bilgi yönetimi modeline katkı sağlayarak bu kullanımın evrilmesinde önemli rol oynamıştır.

Birbirinden farklı girdi ve araçların bir arada kullanımının yapı bilgi yönetimi tabanında entegresi olanaklıyken tekil bir yazılım sürecinin dışında kalmak bu sistem dahilinde artı ve eksi yönlerini ortaya koymaktadır. Tekil gelişen araçların farklı eksikliklere çözüm bulma amacı ile eklemlenmesi sınırsız bir veri girişinin yolunu açmakta ve de süreçte kullanılabilir dosya boyutu bağlamında katkı sağlamaktadır. Çünkü her probleme çözüm üreten bütüncül bir araç hantallaşma eğilimini göstermektedir. Bu bağlamda yapılan eklemlemelerin farklı araçlar kapsamında olması olumlu bir durumdur. Bu araçların bir kısmı birbirleri içerisinde eklemlenme olarak çalışırken bir kısmı ise bağımsız çalışmakta sadece veri transferi sağlamaktadır. Bu süreç ise farklı arayüzler ve farklı dosya formatları ve de eklemlenen aracın tüm paydaşlar tarafından yönetilememesi gibi konularda yeni problemleri ortaya çıkarmaktadır. Bu sürecin olumsuz tarafını ise bunlar oluşturmaktadır.

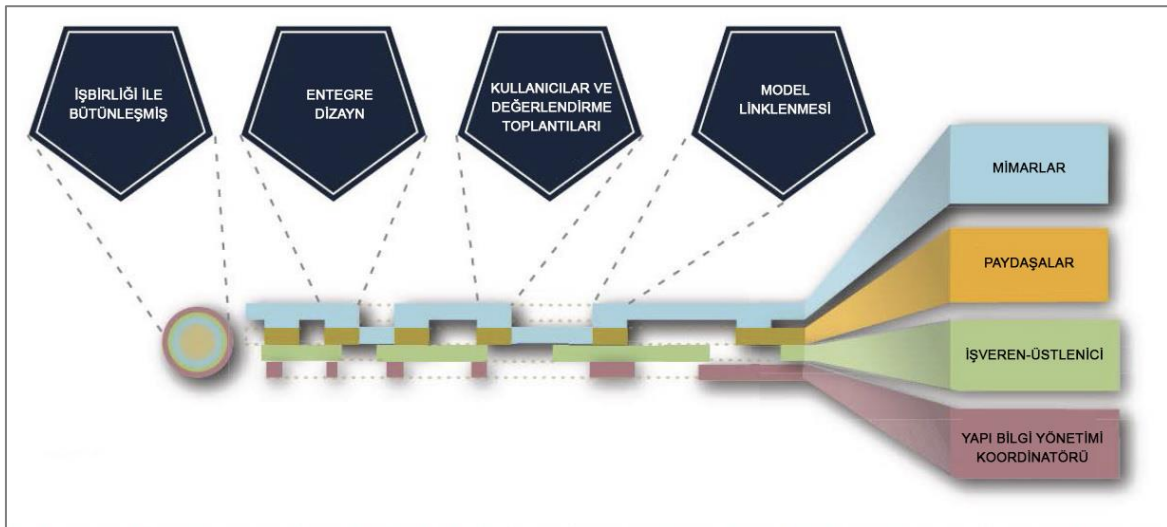
Yapılan bu çalışma kapsamında erken tasarım evresinin canlı tutulduğu, sonuç ürüne ulaşabilme kapsamında alternatiflerin denendiği ve bu ürünün uygulama sürecinde disiplin ve paydaş ölçeklerinde yönetildiği bütüncül bir algoritmik model tariflenmiştir.

6. SONUÇ

Yapı bilgi yönetimi birçok süreci barındıran, yapının yaşam süreci boyunca veri üreten ve yöneten bir kurgudur. Bu kurgu geleneksel tasarım yaklaşımlarında görülen eksiklikler üzerine ortaya çıkmış ve bilgisayarın günümüzde kullanımının artması ile hızla gelişmiştir. Geleneksel tasarımda verinin ve disiplin-paydaş yönetimi konularında lineer-birbirini takip eden ve sürekli başa dönme eğiliminde olan çalışma süreci (Şekil 6.1) yapı bilgi yönetimi sürecinde dinamik bir düzeni tariflemektedir (Şekil 6.2).

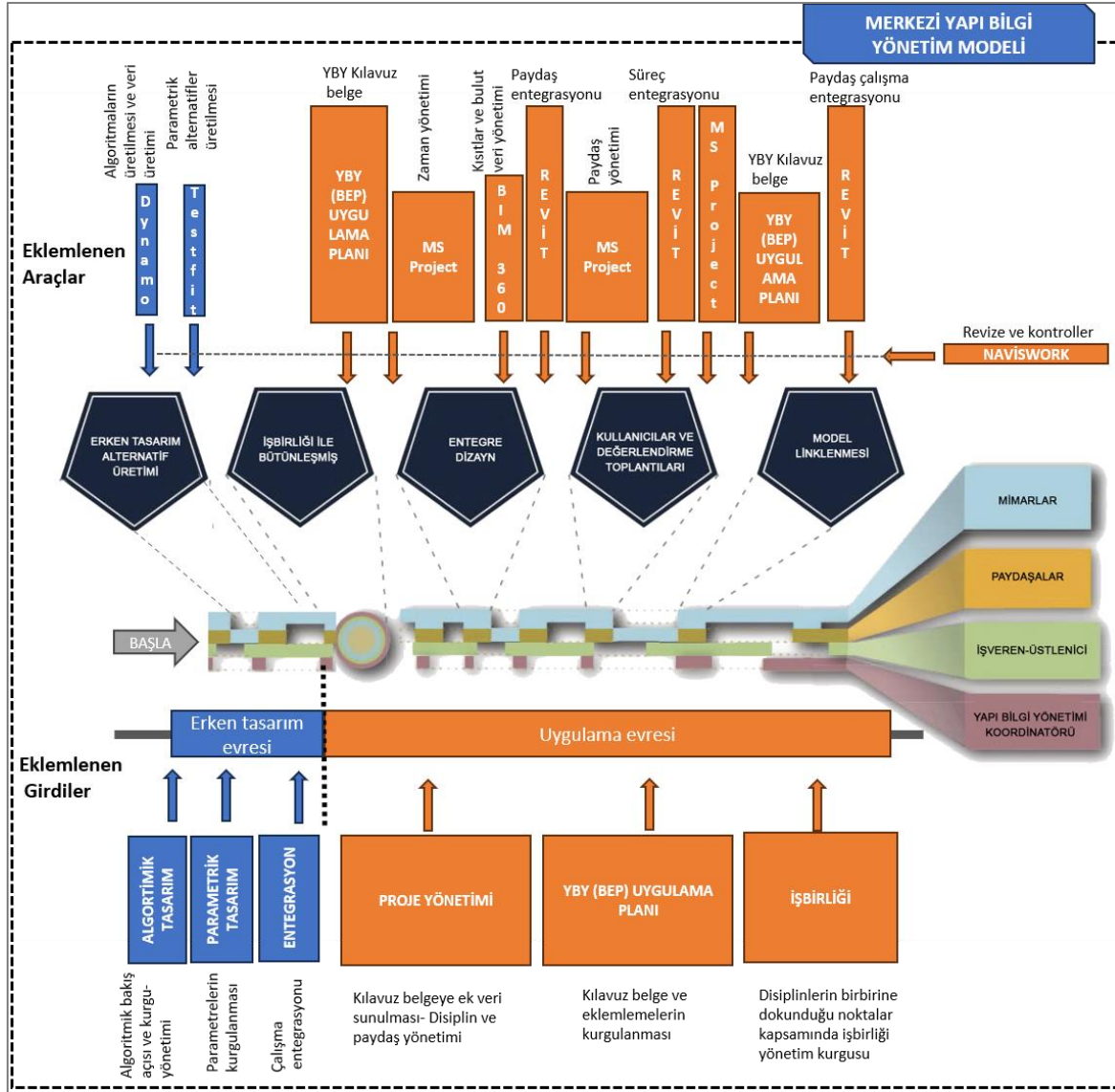


Şekil 6.1. Geleneksel tasarım süreci (Holzer, 2016)



Şekil 6.1. Yapı bilgi yönetimi süreçleri (Holzer, 2016)

Yapı bilgi yönetimi eklemlenebilir, değiştirilebilir ve geliştirilebilir bir süreci tariflemektedir. Bu çalışma kapsamında bu sürece yapılacak olan eklemler bu süreci erken tasarım evresinden başlayarak uygulama evresi sonuna kadar algoritmik ve bütüncül bir yaklaşımla ele almıştır. Yapılan girdi ve araç eklemleri geleneksel ve özgün kullanımları ile süreci başka bir noktaya evirmiştir.



Şekil 6.2. Merkezi yapı bilgi yönetim modeli (Holzer, 2016' den eklemlenerek kurgulanmıştır)

Kurallı algoritmik bir bakış açısı ile ele alınan bu çalışma ile iki temel model üzerinden veri üretilmiş, süreç tariflenmiş, sonuç algoritmaları tanımlanmış ve bu modellerin kesişim, birleşim ve bağıntıları kapsamında entegre merkezi bir model kurgulanmıştır (Şekil 6.3). Karmaşık fonksiyonlu yapı grubu içerisinde yer alan otel grubu parçası örnekleme üzerinden

algoritmik, parametrik ve entegre alternatifler sunan ve erken tasarım evresini dinamik, canlı bir sürece evrimleşmesinde rol oynayan veri kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetiminin verisi olarak kullanılmıştır. Disiplinler ve paydaşların kurallı yönetim kurgusu tanımlanmış, eklemlenen kurgu ile verinin yönetilmesi ile disiplinler arası yönetim entegre edilmiş, araç ve girdilerin özgün kullanımları ile bütüncül bir modeli tariflemiştir. Bu süreç bütüncül bir yaklaşım dahilinde algoritmik bir süreç kurgusudur. Bu kurgunun yaklaşımı, süreç yönetimi, bütüncül bakış açısı ve algoritmalar ile tariflenmesi çalışmanın özgün tarafını oluşturmaktadır.

Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında; yapı bilgi yönetimi modeli örneklem yapı grubu olarak oteller seçilmiş, veri havuzu oluşturulmuş, bağıntılar kurgulanmış, mekanlar paketlenmiş, girdi ve araçlar kurgulanmış, alternatifler üretilmiş ve kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi bölümüne veri sağlanmıştır.

Bu model kapsamında, algoritmik bakış açısı uygulama algoritmalarının yazımında, parametrik tasarım bilgisi, değişkenlerin tanımlanmasında, entegrasyon bilgisi ise bütünleşik çalışma kurgusunda kullanılmıştır. Sürece eklemlenen Dynamo aracı, algoritmaların kurgulanmasında, Testfit aracı ise şablon bazlı veri alternatifleri üretme bağlamında kullanılmıştır.

Bu model kurgusu ile erken tasarım evresinin lineer yapıdan kopararak dinamik bir süreci tariflediği, alternatiflerin sınırsız denendiği, revizelere eşzamanlı çözüm üreten canlı bir sürece evrildiği gözlemlenmiştir.

Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde model kurgu süreci algoritmik bakış açısı ile tariflenmiştir. Bu algoritmalar ile sürecin tam anlamı ile bir modelin kurgusunun tariflenmesi tamamlanmış, geliştirilebilir, değiştirilebilir ve eklemlenebilir bir süreç yönetimi tamamlanmıştır. Bu kurgu modelin sonuç ürünü de kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetiminin altlık-taban verisi olarak kullanılırken geri beslemeler dahilinde kurgu kendini dinamik ve eşzamanlı olarak yenilemektedir.

Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi kapsamında ise; yapı bilgi yönetimi model koordinatörü kontrollüğü kurgulanmış ve sorumluluk, yetki sınırlılığı belirlenmiş, proje

ekibinde yer alan disiplinler ve paydaşlar belirlenmiş, sorumluluk ve yetki sınırları tanımlanmış, yapı bilgi yönetimi uygulama planı ve yönetim süreci tanımlanmış, kaynak yönetimi kurgulanmış, erişim kısıtı ve ulaşabilirlik kurgusu oluşturulmuş, paydaş iş birliği yönetimi kurgulanmış, sonuç ürün çakışma-revize kontrolleri yapılmış, kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetimi modeline veri girişi sağlanmış ve de veri oluşumu ve bütünsel geri beslemeler koordine edilmiştir.

Bu model kapsamında; yapı bilgi yönetimi uygulama planı girdisi kılavuz belge oluşturmak için, proje yönetimi bu kılavuz belgeye veri eklelemek, erişim kısıtları, kaynak yönetimi, ulaşabilirlik ve de sonuç ürünlerin çakışması bölümlerine kılavuzluk etmek için iş birliği girdisi paydaş iş birliği yönetiminde süreç yönetmek için kullanılırken, Ms Project aracı, özgün kullanımı ile tasarım evresi kaynaklarının kurgulanması için, Revit aracı, uygulamanın yürütülmesi için, Bim 360 aracı erişim ve kısıtların yönetilmesi için ve Naviswork aracı çakışma-revize kontrolünün uygulanması için kullanılmıştır.

Bu model kurgusu ile disiplinler ve paydaşlar ölçeklerinde kurallı, entegre ve senkron bir kurgu oluşturulmuş, algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli kapsamında oluşturulan veri bu bölümde örneklem olarak ele alınarak eklemlenmiş, disiplinler arası yönetim süreçleri algoritmik bir bakış açısı ile tariflenmiş ve yorumlanmıştır. Disiplinlerin ve paydaşların yönetim sürecinde disiplinlerin birbirine dokunduğu noktalar özelinde kurallar oluşturulmuş, eklemlenen girdi ve araçların hem geleneksel hem de özgün kullanımları ele alınmış ve entegre-bütünsel kullanım kurgusu geliştirilmiştir. Bu kurgu ile disiplinler ve paydaşlar arası yönetimin bir başka noktaya evrildiği gözlemlenmiştir. Bu sürecin eklemleme, bütünsel çalışma, işleyiş ve yönetim kurgusu bu bölümün özgün yanını ortaya koymaktadır.

Kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetim modeli kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde sonuç ürün algoritması elde edilmiştir. Bu algoritma ile sürecin tam anlamı ile bir modelin kurgusunun tariflenmesi tamamlanmış, geliştirilebilir, değiştirilebilir ve eklemlenebilir bir süreç yönetimi tamamlanmıştır.

Veri iletimi ile bu model yapı bilgi yönetimi merkezi modelinin altlık taban dosyalarından birini oluştururken, geri beslemeler dahilinde algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeline veri sağlamaktadır.

Yapı bilgi yönetimi merkezi modeli kapsamında ise;

Algoritmik, parametrik ve entegre yapı bilgi yönetimi modeli ve kurallı, entegre ve senkron paydaş yönetim modeli kesişimleri ve birleşimi dahilinde veri alışverişleri ve geri beslemeler oluşturulmuş, revize kontrolü yapılarak kapanış süreci kurgulanmıştır. Bu kapsamda kapanış verisinin proje kütüğü bağlamında projenin bütünsel bir yaklaşım ile başlangıç verisine katkı sağlanması hedeflenmiştir. Oluşturulan bu sonuç ürün modeli yapı bilgi yönetimi kapsamında dinamik kurguyu tariflemektedir.

Yapı bilgi yönetimi merkezi modeli kapsamında yapılan çalışmalar neticesinde sonuç ürün algoritması elde edilmiştir. Bu algoritma ile sürecin tam anlamı ile bir modelin kurgusunun tariflenmesi tamamlanmış, geliştirilebilir, değiştirilebilir ve eklemenebilir bir süreç yönetimi tamamlanmıştır.

Yapı bilgi yönetiminin algoritmik, parametrik, eklemenebilir ve farklı yazılımlarla entegre çalışabilme yapısı bu çalışmanın kurgulanabilmesi kapsamında imkan sağlamıştır. Oluşturulan modeller kapsamında yapı bilgi yönetimi tasarım sürecine farklı bir bakış açısı sunulmuş ve bu kurgu süreçleri algoritmik bakış açısı ve bütünsellik ilkesi ile tariflenmiş, kurgulanmış ve yönetilmiştir. Revizelere ve problem çözümlerine eşzamanlı cevap verebilen ve tasarım evrelerini sürekli olarak canlı tutan bu model kurgusu ile yapı bilgi yönetimi kurgusuna farklı bir bakış açısı ile bakmak hedeflenmiştir.

Bu kapsamda oluşturulan yapı bilgi yönetimi merkez modeli sonuç ürünü bütünlük bir modeli tariflemektedir (Şekil 6.3).

Bu çalışma kapsamında önerilen kurgu modeli yapı bilgi yönetimine farklı bir bakış sunmak hedeflenmiştir. Bu özgün bakış açısı ihtiyaçlara göre revize edilebilir ve kurgusal adımlarına eklemeler yapılabilir ve bu süreçte tekrar tekrar evrilebilir. Bu kurgunun yapı bilgi yönetimi sürecine ek yeni bakış açıları oluşturması bağlamında bir temel kurgu olması amaçlanmıştır.

Bu kapsamda yapılan bu çalışmanın temelinde yapı bilgi yönetimi hakkında yapılacak olan çalışmaların şu noktalara evrilmesi düşünülmektedir;

- Süreç yönetimi algoritmalarla tariflenen ve optimum süreyi hedefleyen,
- Disiplinler arası yönetim kurgusuna ek olarak yeni ve özgün girdi ve araçlar sunan,
- Algoritma ve parametrelerle bu süreçlerin daha geniş entegrasyonlara ulaşıldığı,
- Tasarım evreleri ve proje yaşam döngüsü kapsamında tüm verileri ve de verileri yöneten disiplin-paydaşları entegre ve kurallı bir modelle bütünleşik olarak ele alan,
- Yapı ölçeği ile sınırlı kalınmadan parçadan bütüne, objeden kent ölçeğine süreç kurgusunun planlandığı,
- Bu kurgunun yönetilmesi bağlamının tasarım ofisleri ölçeğinde kurgulandığı ve de mimarlık eğitiminde yapı bilgi yönetimi koordinatörü öncülerinin ve gereksinimlerinin ele alındığı,
- Tasarım ofislerinde yapı bilgi yönetimi kullanımını yaygınlaşması kapsamının yorumlandığı,
- Değişim ve eklemler ile kurgusu özgün kalabilecek kurgu modellerinin planlanması ve yönetilmesidir.

KAYNAKLAR

- Abel, C. (2004). *Architecture, technology and process*. London: Routledge.
- Afsari, K., Eastman, C. M., and Shelden, D. R. (2016). *Cloud-based BIM data transmission: current status and challenges*. In ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction. IAARC Publications.
- Akin, O. (1978). How do architects design. *Artificial Intelligence and Pattern Recognition in Computer Aided Design, IFIP*, 65-98.
- Akin, O. (1986). *Psychology of architectural design*. London: Pion Ltd.
- Akipek, Ö. F. (2004). *Bilgisayar Teknolojilerinin mimarlıkta tasarım geliştirme amaçlı kullanımları*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Akkoyunlu, T. (2015). *Kentsel dönüşüm projeleri için bım uygulama planı önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Aksoy, E. (1979). *Mimarlıkta tasarım iletim denetim*. Trabzon: Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları.
- Alexander, C. (1964). *Notes on the synthesis of form*. London: Harvard University Press, 5.
- Alexander, C. (2013). A city is not a tree: from architectural forum (1965). In *The urban design reader*. London: Routledge, 152-166.
- Alkawi, G. (2016). *Mimarlık eğitiminde BIM tabanlı disiplinlerarası işbirliği önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- America, A. (2005). *The contractors guide to BIM*. Las Vegas: NV AGC Research Foundation.
- Ana Brittanica. (1989). *Ana brittanica genel kültür ansiklopedisi*. İstanbul: Ana Yayıncılık A.Ş.
- Arcan, E., ve Evci, F. (1992). *Mimari tasarıma yaklaşım*. İstanbul: 2 K Yayınevi.
- Archer, L. B. (1969). *The structure of design process, Design methods in architecture*. London: Architectural Association.
- Armstrong, J. (2008). *Design matters: The organisation and principles of engineering design*. London: Springer Science & Business Media.
- Arvin, S. A., and House, D. H. (2002). Modeling architectural design objectives in physically based space planning. *Automation in Construction*, 11(2), 213-225.
- Asl, M. R., Bergin, M., Menter, A., and Yan, W. (2014). *BIM-based parametric building energy performance multi-objective optimization*. In Proceedings of the 32nd eCAADe Conference. Newcastle, CumInCAD, 455-464.

- Atabay, Ş., ve Öztürk, M. B. (2019). Yapı bilgi modellemesi (YBM) uygulama planı üzerine inceleme. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 7(2), 418-430.
- Aydin, U. (2019). *Yapı bilgi modelleme ve enerji performans yazılımları bütünleşmesinin erken mimari tasarıma etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Azhar, S., Khalfan, M., and Maqsood, T. (2012). Building information modeling (BIM): Now and beyond. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 15-28.
- Bahadur, İ. (2018). *Yapı bilgi modellemesi uygulama planının yapı bilgi modellemesi yazılımı kullanılabilirliğine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Barati, R., Charehzehi, A., and Preece, C. N. (2013). Enhancing planning and scheduling program by using benefits of BIM-based applications. *Civil and Environmental Research*, 3(5), 41-48.
- Barlish, K., and Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM A case study approach. *Automation in Construction*, 24, 149-159.
- Bayazıt, N. (1994). *Endüstri ürünlerinde ve mimarlıkta tasarlama metotlarına giriş*. İstanbul: Literatür Yayınları.
- Baykara, M. (2011). *Mimarlıkta parametrik tasarım ve arazide kütle yerleşimi için bir model önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Bazjanac, V. (2006). *Virtual building environments (VBE)-applying information modeling to buildings*. London: Taylor & Francis Group, 58-72.
- Beach, T., Petri, I., Rezgui, Y., and Rana, O. (2017). Management of collaborative BIM data by federating distributed BIM models. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 31(4), 04017009.
- Becerik Gerber, Am Asce, B., Ku, K., and Jazizadeh, F. (2012). BIM-enabled virtual and collaborative construction engineering and management. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138(3), 234-245.
- Bigazzi, A. (2022). Authorship rights and conditions of use of the work by third parties.
- Bozoglu, J. (2016). Collaboration and coordination learning modules for BIM education. *Journal of Information Technology in Construction*, 21, 152-163.
- Bridges, A. (1995). *H. Any progress in systematic design? design and systems: General applications of methodology*. A. Collen and W. W. Gasparski (Eds.), New Brunswick: Transaction Publishers, 155-168.
- Briscoe, D. (2015). *Beyond BIM: architecture information modeling*. London: Routledge.

- Brotas, L., and Rusovan, D. (2013, 10-12 September). *Parametric daylight envelope*. 29th Conference, Sustainable Architecture for a Renewable Future, Munich, Germany.
- Caetano, I., Santos, L., and Leitão, A. (2020). Computational design in architecture: Defining parametric, generative, and algorithmic design. *Frontiers of Architectural Research*, 9(2), 287-300.
- Casakin, H. (2008). Factors of design problem-solving and their contribution to creativity. *Open House International*, 33(1), 46-60.
- Castagna, J. (2008). Benefits of BIM. *Environmental Design+ Construction*, 11(11), 140-143.
- Cheng, J. C., and Ma, L. Y. (2013). A BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning. *Waste Management*, 33(6), 1539-1551.
- Çiltik, A. (2008). *Sayısal tasarım kavramları ve algoritmik düşüncenin mimari tasarıma etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Clark, R., H., and Pause, M. (1985). *Precedents in architecture*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Çolakoglu, B. (2000). *Design by grammar: Design in an architectural context*. Doctoral Thesis, M.I.T Department of Architecture, Massachusetts, 19-21.
- Çolakoğlu, B., ve Yazar, T. (2007). Mimarlık eğitiminde algoritma: stüdyo uygulamaları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 22(3), 379-385.
- Corbusier, L. (1993). *Mimarlık öğrencileriyle söyleşi*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- Cross, N. (2006). *Designerly ways of knowing*. London: Springer, 1-13.
- Dursun, P. (2012). Dialogue on space: Spacial codes and language of space. *ITU Journal of the Faculty of Architecture*, 9(01), 104-119.
- Dutta, K., and Sarthak, S. (2011). Architectural space planning using evolutionary computing approaches: A review. *Artificial Intelligence Review*, 36, 311-321.
- Eastman, C. M. (1999). *Building product models: computer environments, supporting design and construction*. Boca Raton: CRC Press.
- Eastman, C. M. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors* (2nd Ed.), Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Elghandour, A., Saleh, A., Aboeineen, O., and Elmokadem, A. (2016). *Using parametric design to optimize building's façade skin to improve indoor daylighting performance*. Proceedings of the 3rd IBPSA-England Conference BSO, Newcastle, 353-361.

- Elsayed, M., Tolba, O., and Elantably, A. (2016) Architectural Space Planning Using Parametric Modeling. In *Parametricism Vs. Materialism*, London: Imperial House Publishers, 43-45.
- Emmitt, S. (2014). *Design management for architects*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 24-243.
- Ercan, B., and Elias-Ozkan, S. T. (2015). Performance-based parametric design explorations: A method for generating appropriate building components. *Design Studies*, 38(5), 33-53.
- Gane, V., Haymaker, J. (2007, 26-29 September). *Conceptual design of high-rises with parametric methods*. In *Predicting the Future*, 25th eCAADe Conference Proceedings, Frankfurt, 293-301.
- Glover, F., McMillan, C., and Novick, B. (1985). Interactive decision software and computer graphics for architectural and space planning. *Annals of Operations Research*, 5, 557-573.
- Goldberg, J., and Stoller, E. (1999). *Guggenheim Bilbao/Guggenheim New York*, New Jersey: Princeton Architectural Press.
- GSA, B. (2007). *Guide for spatial program validation—GSA BIM guide series 02*. US General Service Administration: Washington, DC, USA.
- GSA. (2007). *The National 3D-4D-BIM Program- GSA BIM guide overview office of the chief architect public buildings service*. Washington: U.S. General Services Administration.
- Gu, N., and London, K. (2010). Understanding and facilitating BIM adoption in the AEC industry. *Automation in Construction*, 19(8), 988-999.
- Harel, D. (1992). *Algorithmics: The spirit of computing* (2nd ed.), Massachusetts: Reading, Addison Wesley.
- Haton J., P., Haton M. (1991). *Yapay zeka*, İstanbul: İletişim Yayınları, 7-11.
- Hebert, J. E., and Deckro, R. F. (2011). Combining contemporary and traditional project management tools to resolve a project scheduling problem. *Computers & Operations Research*, 38(1), 21-32.
- Hm Government, (2012). *Industrial strategy: Government and industry in partnership. Building information modelling*. London: Department for Business Innovation & Skills (BIS).
- Holzer, D. (2016). *The BIM manager's handbook: guidance for professionals in architecture, engineering, and construction* (1st Ed.), Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Hou, D., and Stouffs, R. (2018). An algorithmic design grammar for problem solving. *Automation in Construction*, 94, 417-437.

Hudson, M., and Strathaus, T. (2015). *Dynamo hero 2 using revit scripting to optimize real-world projects*. California: Autodesk University.

Innovation, C. C. (2007). *Adopting BIM for facilities management: Solutions for managing the Sydney Opera House*. Cooperative Research Center for Construction Innovation, Brisbane, Australia.

İnternet: Autodesk BIM Collaborate Pro nedir?, URL: <https://www.autodesk.com.tr/products/bim-collaborate/overview?term=1-year&tab=subscription>, Son Erişim Tarihi: 17.05.2024.

İnternet: Barnes, P., and Davies, N. (2014). *BIM in principle and in practice*. London: Institution Of Civil Engineers Publishing. Bimgenius (2018). Türkiye BIM Raporu, Genel Eğilim ve Beklentiler, BIM genius. URL: https://www.bimgenius.org/uploads/6/3/9/9/63997129/bimgenius_p0001_turkiye_bim_raporu_rev_1.pdf, Son Erişim Tarihi: 10.05.2024.

İnternet: Bazjanac, V. (2006). *Virtual Building Environments (VBE)—applying information modeling to buildings*. URL: <http://Repositories.Cdlib.Org/Lbni/Lbni-56072>, Son Erişim Tarihi: 03.04.2024.

İnternet: *BIM 360 Design: Essential workflows for cloud collaboration autodesk building solutions*. URL: <https://www.youtube.com/playlist?list=ply-ggsrswbzo4u1zeuhsc5hqyardcw9x>, Son Erişim Tarihi: 07.04.2024.

İnternet: *BIM Execution Planning Guide*. URL: <https://psu.pb.unizin.org/bimprojectexecutionplanningv2x2/chapter/chapter-1/>, Son Erişim Tarihi: 05.05.2024.

İnternet: *BIM Management plan, what is BIM management plan why should we use one, BIM in practice*. Australian Institute of Architects, P1, URL: <https://wp.architecture.com.au/bim/wp-content/uploads/sites/40/2014/08/P1-What-is-a-BIM-Management-Plan-and-why-should-we-use-one.pdf>, Son Erişim Tarihi: 17.04.2024.

İnternet: *Defining the BIM execution plan*: URL: <https://www.breakwithanarchitect.com/post/the-bim-execution-plan>, Son Erişim Tarihi: 25.05.2024.

İnternet: Garliov, E. (2018). *Revisiting ideas*. URL: <https://www.yumpu.com/en/document/read/62455098/magnetizing-floorplangenerator>, Son Erişim Tarihi: 11.03.2024.

İnternet: *National BIM Standards*. URL: <https://www.nibs.org/nbims/bep/v4>, Son Erişim Tarihi: 07.03.2024.

İnternet: *Template for BIM Execution Plan*. Christchurch City Council, Version 0.2 October 2019, Pre-Appointment and Delivery Team's BIM Execution Plan, (Bep) Guidance, Centre For Digital Built Britain, University of Cambridge, URL: https://www.cdbb.cam.ac.uk/files/bep_guidance.pdf, Son Erişim Tarihi: 01.04.2024.

İnternet: *TestFit*. URL: <https://www.testfit.io/>, Son Erişim Tarihi: 03.03.2024.

- Internet: The Associated General Contractors of America. (2010). *The contractor's guide to BIM*. Edition 1. the Nbs. (2019). UK BIM Survey 2019 Findings. National BIM Report, 16-36. Eport, 16-36. URL: <https://www.thenbs.com/knowledge/national-bim-report>, Son Erişim Tarihi: 01.05.2024.
- ISO Standard, (2010). *Building information modelling information delivery manual part 1: Methodology and format*. The International Organization for Standardization. Switzerland.
- İUAS. (2016). *YBM Uygulama planı*. İstanbul: İstanbul Ulaşım A.Ş.
- Janse van Rensburg, N., Meyer, J., and Nel, H. (2016, 4-7 Dec). *Social innovation, research and community engagement: Managing interdisciplinary projects for societal change*. 2016 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Bali, Indonesia.
- Jeong, S. K., and Ban, Y. U. (2011). Computational algorithms to evaluate design solutions using Space Syntax. *Computer-Aided Design*, 43(6), 664-676.
- Jiao, Y., Wang, Y., Zhang, S., Li, Y., Yang, B., and Yuan, L. (2013). *A cloud approach to unified lifecycle data management in architecture, engineering, construction and facilities management: Integrating BIMs and SNS*. *Advanced engineering informatics*, 27(2), 173-188.
- Jones, C. J. (1970). *Design methods*. Letchworth: The Garden City Press Ltd.
- Kalay, Y. E. (2004). *Architecture's new media: Principles, theories, and methods of computer-aided design*. Cambridge: MIT Press.
- Kamara, J. M., Augenbroe, G., Anumba, C. J., and Carrillo, P. M. (2002). Knowledge management in the architecture, engineering and construction industry. *Construction Innovation*, 2(1), 53-67.
- Karagöz, B. (2016). *Performans tabanlı tasarıma bütünleşik yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kensek, K. (2014). *Building information modeling*. London: Routledge.
- Knight, T. (1999, April). Applications in architectural design, and education and practice. *NSF/MIT Workshop on Shape Computation*, 67.
- Kocakaya, M. N. (2022). *Yapı bilgi modelleme (BIM) entegre edilmiş inşaat sözleşme tipi önerisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kolarevic, B. (2003). *Architecture in the digital age. Design and Manufacturing*. Nueva York-Londres: Spon Press-Taylor & Francis Group.
- Kovacic, I., Oberwinter, L., Müller, C., and Achammer, C. (2013). The “BIM-sustain” experiment—simulation of BIM-supported multi-disciplinary design. *Visualization in Engineering*, 1, 1-11.

- Krygiel, E., and Nies, B. (2008). *Green BIM: successful sustainable design with building information modeling*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Kutsal, A. C. (2009). *Dijital tasarım ve üretim tekniklerinin mimaride kullanılması*. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Lai, H., Deng, X., and Chang, T. Y. P. (2019). BIM-based platform for collaborative building design and project management. *Journal of Computing in Civil Engineering*, 33(3), 830.
- Larousse. (1992). *Büyük Larousse sözlük ve ansiklopedisi*. İstanbul: Milliyet Gazetecilik A.Ş.
- Lawson, B. (1980). *"The design process", how designers think*. London: The Architectural Press Ltd.
- Lehtinen, T. (2010). Advantages and disadvantages of vertical integration in the implementation of systemic process innovations: *Case studies on implementing building information modeling (BIM) in the Finnish construction industry* (Master's Thesis, Aalto-yliopisto). Aalto University School of Science and Technology, Espoo, Finland.
- Lester, A. (2013). *Project management, planning and control: managing engineering, construction and manufacturing projects to PMI, APM and BSI standards*. London: Elsevier.
- Lin, Y. C., Chen, Y. P., Huang, W. T., and Hong, C. C. (2016). Development of BIM execution plan for BIM model management during the pre-operation phase: A case study. *Buildings*, 6(1), 8-22.
- Lowson, B. (1997). *How designers think: The design process demystified*. London: Architectural Press, 1.
- Macdonald, J. A. (2012). *A framework for collaborative BIM education across the AEC disciplines*. In 37th Annual Conference of Australasian University Building Educators Association (AUBEA) (Vol. 4, No. 6).
- Macmillan, S., Steele, J., Austin, S., Kirby, P., and Spence, R. (2001). Development and verification of a generic framework for conceptual design. *Design Studies*, 22(2), 169-191.
- Madkour, Y., Neumann, O., and Erhan, H. (2009). Programmatic formation: Practical applications of parametric design. *International Journal of Architectural Computing*, 7(4), 587-603.
- Markus, T. A. (1972). *Building performance*. Basel: Applied Science Publishers.
- Medjdoub, B., and Yannou, B. (2001). Dynamic space ordering at a topological level in space planning. *Artificial Intelligence in Engineering*, 15(1), 47-60.

- Mendilcioğlu, R. F. (2017). *Parametrik tasarım yönteminin sürdürülebilir iç mekanlarda doğal aydınlatmaya etkisi*. Sanatta Yeterlilik Tezi, Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, Ankara.
- Miettinen, R., and Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modeling. *Automation in Construction*, 43(7), 84-91.
- Monedero, J. (2000). Parametric design: a review and some experiences. *Automation in Construction*, 9(4), 369-377.
- Moretti, L. (1971). Ricerca matematica in architettura e urbanistica. *Moebius* 4(1), 30-53.
- Mutlu Avinç, G. (2016). *Hesaplamalı tasarım süreci üzerine bir araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Nabiyev, V. V. (2005). *Yapay zeka: Problemler-yöntemler-algoritma*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Nalbant, A. E. (2020). *Yapı bilgi modellemenin erken evre mimari tasarım sürecindeki yeri: Vaka çalışmaları*. Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ofluoğlu, S. (2018). *BIM uygulama planları. Bina bilgi modelleme dersi*. İstanbul: Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi.
- Öner, D. (2021). *Uyum gösteren gölgeleme bileşenlerinin parametrik tasarım araçlarıyla performans değerlendirmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Osterwalder, A., Pigneur, Y., Bernarda, G., and Smith, A. (2015). *Value proposition design: How to create products and services customers want*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 27(3), 229-265.
- Özen Yavuz, A. (2011). *Çağdaş konut örneklerinin morfolojik analizi ve işlemsel tasarım ortamında üretimine yönelik kavramsal ve deneysel bir model önerisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Panchuk, N. (2006). *An exploration into biomimicry and its application in digital & parametric [architectural] design*. Master's thesis, University of Waterloo.
- Papadonikolaki, E., van Oel, C., and Kagioglou, M. (2019). Organising and Managing boundaries: A structurational view of collaboration with Building Information Modelling (BIM). *International Journal of Project Management*, 37(3), 378-394.
- Pärn, E. A., Edwards, D. J., and Sing, M. C. (2017). The building information modelling trajectory in facilities management: A review. *Automation in Construction*, 75(3), 45-55.

- Pazlar, T., and Turk, Ž. (2008). Interoperability in practice: Geometric data exchange using the IFC standard. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 13(24), 362-380.
- Penttilä, H. (2006). Describing the changes in architectural information technology to understand design complexity and free-form architectural expression. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 11(29), 395-408.
- Penttilä, H. (2007). *Early architectural design and BIM. In computer-aided architectural design futures (CAADFutures) 2007: Proceedings of the 12th International CAADFutures Conference*. Dordrecht, 291-302.
- Pesenti, M., Masera, G., and Fiorito, F. (2015). Shaping an origami shading device through visual and thermal simulations. *Energy Procedia*, 78(11), 346-351.
- Pilehchian, B., Staub-French, S., and Nepal, M. P. (2015). A conceptual approach to track design changes within a multi-disciplinary building information modeling environment. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 42(2), 139-152.
- Pishdad Bozorgi, P., Gao, X., Eastman, C., and Self, A. P. (2018). Planning and developing facility management-enabled building information model (FM-enabled BIM). *Automation in Construction*, 87(3), 22-38.
- Pollio, V., Güven, S., Yegül, F. K., ve Artamlı, B. (2005). *Mimarlık üzerine on kitap*. Ankara: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Porwal, A., and Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in Construction*, 31(5), 204-214.
- Rodríguez Hernández, J. L. (2021). *Generative design for constructability improvements with BIM-lean approach*. Master Thesis, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za Gradbeništvo in Geodezijo.
- Sabol, L. (2008). *Building information modeling & facility management*. Dallas: IFMA World Workplace.
- Sampaio, A. Z., Simões, D. G., and Berdeja, E. P. (2016). BIM tools used in maintenance of buildings and on conflict detection. *Sustainable Construction: Building Performance Simulation and Asset and Maintenance Management*, 8(3), 163-183.
- Sarı, A. Ö. B. (2018). *Yapı bilgi modelleme tabanlı hesaplamalı tasarım yaklaşımı ile mimari tasarım iş akışlarının verimliliğinin sağlanması*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Schlueter, A., and Thesseling, F. (2009). Building information model based energy/exergy performance assessment in early design stages. *Automation in Construction*, 18(2), 153-163.
- Schnabel, M. A., and Karakiewicz, J. (2007). Rethinking parameters in urban design. *International Journal of Architectural Computing*, 5(1), 83-98.

- Şener, S., M. (1994). *Mimari tasarımda düzlemsel geometik örüntü kullanımının ihtiyaç programının alansal değeri ile ilişkisi*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Shafiq, M. T., Matthews, J., and Lockley, S. (2013). *A study of BIM collaboration requirements and available features in existing model collaboration systems*. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 18(6), 148-161.
- Shen, W., Hao, Q., Mak, H., Neelamkavil, J., Xie, H., Dickinson, J., Xue, H. (2010). Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review. *Advanced Engineering Informatics*, 24(2), 196–207.
- Sinclair, D. (2012). *BIM overlay to the RIBA outline plan of work*. London, UK: RIBA Publishing.
- Şişman, M. (2015). *Mekan dizim yönteminin bir mimari tasarım aracı olarak kullanılması üzerine bir deneme*. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Stein, J. M., and Spreckelmeyer, K. F. (1999). *Classic readings in architecture*. New York: WCB/McGraw Hill.
- Stojaković, V., and Tepavčević, B. (Eds.). (2021, 8-10 September). *ECAADe 2021: Towards a New, Configurable Architecture*. Proceedings: The 39th Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe: University of Novi Sad, Serbia.
- Strafaci, A. (2008). What does BIM mean for civil engineers?. *CE News*, 20(9), 62-65.
- Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction*, 18(3), 357-375.
- Succar, B. (2010). Building information modelling maturity matrix. In *Handbook of research on building information modeling and construction informatics: Concepts and technologies* (pp. 65-103). Pennsylvania: IGI Global.
- Succar, B., Sher, W., and Williams, A. (2013). An integrated approach to BIM competency assessment, acquisition and application. *Automation in Construction*, 35(11), 174-189.
- Succar, B., Sher, W., Aranda-Mena, G., and Williams, T. (2007). *A proposed framework to investigate building information modelling through knowledge elicitation and visual models*. Conference Proceedings of the Australasian Universities Building Education Association, Melbourne, 4-5.
- Suwa, M., Gero, J. S., and Purcell, T. (1998). *The roles of sketches in early conceptual design processes*. Proceedings of twentieth annual meeting of the cognitive science society. New Jersey: Routledge.
- Szalapaj, P. (2013). *CAD principles for architectural design*. New Jersey: Routledge.

- Tekin, H. (2017). *Yapı Bilgi Modellemesi sisteminin Türk inşaat sektörüne uygulanması ve adaptasyonunda kritik yol haritasının oluşturulması*, Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Terzidis K. (2004). *Algorithmic design: A paradigm shift in architecture*. Ecaade 2004 Conference Proceeding, Copenhagen, 201-207.
- Terzidis, K. (2002). *The nature of computation algorithmic design: A paradigm shift in architecture?*, Proceedings of the 22nd International Conference on Education and Research in Computer Aided Architectural Design in Europe (eCAADe), 202-209.
- Terzidis, K. (2006). *Algorithmic architecture*. Burlington, MA: Architectural Press, 1803.
- Tezel, F. (2007). *Mimari tasarım eğitimi için sanal doku tabanlı büro binası veri destek sistemitallooffice*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Thakur, M. K., Kumari, M., and Das, M. (2010, 9-11 July). *Architectural layout planning using genetic algorithms*. 2010 3rd International Conference on Computer Science and Information Technology. Chengdu, China, 5-11.
- Türkyılmaz, Ç. (2010). *Mimari tasarım eğitiminde erken tasarım evresinde bilginin dönüşümünün irdelenmesi ve bir model önerisi*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Verma, M., and Thakur, M. K. (2010). *Architectural space planning using genetic algorithms*. 2010 the 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE), 268-275.
- Volk, R., Stengel, J., and Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38(3), 109-127.
- Wagdy, A., and Fathy, F. (2015). A parametric approach for achieving optimum daylighting performance through solar screens in desert climates. *Journal of Building Engineering*, 3(3), 155-170.
- Watts, R., D. (1966). *The elements of design, design method*. London: Butterworths Publications, 85.
- Woodbury, R., Williamson, S., and Beesley, P. (2006, 24-26 July). *Prarmetric modelling as a design representation in architecture: A Process Account*. Proceedings of the Canadian Engineering Education Association (CEEA), Toronto, Canada.
- Yaman, H., ve İlhan, B. (2010, 29 Eylül-1 Ekim). *İnşaat sektöründe bina enformasyonu modellemesi kavramına genel bir bakış*. 1. Proje ve Yapım Yönetimi Kongresi, İzmir.
- Yazicioğlu, F. F. (2020). *Kent ölçeğinden bina ölçeğine bütünleşik tasarımda voronoi diyagramına dayalı üretken bir yaklaşım önerisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Zuppa, D., Issa, R. R., and Suermann, P. C. (2009). BIM's impact on the success measures of construction projects. *Computing in Civil Engineering*, 503-512.





Gazili olmak ayrıcalıktır