

ELEKTRO - MEKANİK (MEP) SERVİSLERİNİN KOORDİNASYONUNUN MİMARİ PROJE İLE İLİŞKİLİ YÜRÜTÜLMESİ

Büşra GÜNAY (ORCID:0009-0000-8687-0354)^{1*}, Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU (ORCID:0000-0002-3185-8275)²

1*.Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Mimari ve Kentsel Enformatik Bölümü
2.Antalya Bilim Üniversitesi, Mimarlık Bölümü
e-posta: busragunay@gmail.com salih.ofluoglu@antalya.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada, geleneksel tesisat tasarımının ve BIM ortamında MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing) tasarımının mimari projeye etkileri incelenmektedir.

Yapı sistemlerinin bünyesinde bulunan Elektro - Mekanik servislerin diğer disiplinlerle olan entegrasyonu, geleneksel tasarım sürecinin değişmesine neden olmaktadır. Hızlı gelişen sayısal teknolojilerin olanakları sayesinde mimarlar ile mühendisler tasarım / yapım / işletme süreçlerinde eş zamanlı yer alabilmektedir. Bu durum disiplinler arası koordinasyon ve birlikte çalışabilirliğin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Bu makalede, genel hatları ile sistemler arası etkileşimden yola çıkılarak mimar – mühendis işbirliğinin, yapının tasarım ve üretimini hangi durumlarda etkilediği örneklerle aktarılmaktadır. Elde edilen verilerle Elektro - Mekanik servislerin tanımı, sistemler arası koordinasyon ve servislerin 2D ortamı ile BIM ortamında tasarımının mimari proje ile ilişkisi ele alınmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektro - Mekanik Tasarım, 2D Tasarım, BIM Ortamında Tasarım, BIM, Mekanik Sistem, Elektrik Sistem, Tesisat Sistemleri

ABSTRACT

In this study, the effects of traditional installation design and MEP design in BIM environment on architecture are examined.

The integration of the Electro - Mechanical services within the building systems with other disciplines causes the traditional design process to change. Thanks to the possibilities of rapidly developing digital technologies, architects and engineers can take part in the design / construction / operation processes simultaneously. This situation reveals the necessity of interdisciplinary coordination and interoperability.

In this article, based on the interaction between systems, in which situations the architect-engineer collaboration affects the design and production of the building and by which methods it is solved are explained with examples. With the data obtained, the definition of Electro-Mechanical services, coordination between systems and the effect of the design of the services in the 2D environment and BIM environment on the architecture are discussed.

Keywords: MEP Design, 2D Design, BIM Design, BIM, Mechanical System, Electrical System, Plumbing Systems

1.GİRİŞ

Yapı, amacına uygun şekilde kullanıcıya hizmet ettiği sürece yaşayan bir varlık olur. Kullanım amacına göre bu varlığa fonksiyon kazandıran, mimari ve mühendislik projeleridir. Yapı tasarlanırken tüm disiplinlerin çalışma esasları dikkate alınmalıdır. Bu disiplinler; mimari, statik, mekanik, elektrik ve yapıya özel sistemler olarak projenin birçok aşamasında birlikte yürütülmelidir. Bu makalede ele alınan Elektro -Mekanik sistemlerin mimari ve statik tasarım süreçlerine dahil edilmesi ve tüm bu disiplinlerin koordinasyonunun sağlanması bina yapım aşamasında önemli bir yere sahiptir.

Enerji ve teknoloji bağlamında bina tasarımına girdi verebilecek farklı disiplinlerin içerdiği çok boyutlu bilgi ve deneyim, geleneksel tasarım sürecini değiştirmeye zorlamaktadır. İlk adımdan itibaren disiplinlerarası ekip çalışması yapılmasını gerektiren yeni süreç, tasarım amaçlarının belirlenmesinden, sistem kararlarının alınması, uygulanması hatta işleme kadar geniş bir alanda işbirliğinin sürekliliğini zorunlu hale getirmektedir (Utkutuğ, 1999).

Geleneksel yöntemlerle oluşturulan Elektro - Mekanik servisler, bu servislerin diğer disiplinlerle olan ilişkisi ve koordinasyon süreçleri 2D ortamında oluşturulan tasarımlarda tüm verileriyle görülememektedir. Tasarımlar, CAD yazılımları veya kağıt üzerinde 2D araçları ile gösterilmekte ve manuel yazı eklenmesi ile bilgi verilebilmektedir. Herhangi bir revizyonda ise projeye ait plan, kesit, görünüş, 3D görselleştirilmesi gibi belgelerin ayrı ayrı düzenlenmesi gerekmektedir. Servisler arası çakışmalar bu çizim ortamlarında yeterince çözülememektedir. Bu durum mimari tasarımdaki revizyonların yapım aşamasına kadar ertelenmesine ve projenin başındaki tasarım ile üretilen tasarımın tutarsızlığına sebep olmaktadır. Diğer taraftan iş yükü, zaman kaybı, hata payı artmakta, kaliteli üretim olumsuz yönde etkilenmektedir. Buna karşın BIM yazılımları ile üretilen projelerde Elektro-Mekanik sistemlerin tasarımı multidisipliner model aracılığıyla her yönden (modelleme, veri yönetimi, metraj, çakışma kontrolü, vb.) çalışılabilmektedir. Mimari ile eş zamanlı çalışıldığı için rezilyonlar hızlı yapılmakta, işveren ve saha tarafına iletilmektedir. Disiplinler arası bu iletişim sayesinde yapım süreçlerindeki aksamalar, kayıplar önlenmektedir.

2. MEP SERVİSLERİ VE KOORDİNASYONU

Elektro - Mekanik sistemler yapının yaşamasını, çalışmasını sağlayan, mimari ve statik tasarım süreçlerini etkileyen temel unsurlardır. Söz konusu mekanik ve elektrik sistemler aşağıdaki gruplara ayrılmaktadır.

Mekanik Sistemler:

- Isıtma, Havalandırma, Klima (HVAC) Yangından Korunma
- Temiz Su
- Atık Su
- Gri Su
- Doğal Gaz

Elektrik Sistemler:

- Zayıf Akım
- Kablo Taşıyıcı Sistemler
- Topraklama
- Yangın Alarmı
- Data - TV
- Güvenlik Sistemleri'nden oluşmaktadır.

2.1. MEP Tasarımının Mimari Tasarımı Etkilediği Faktörler

MEP tasarımı, yapıda bulunacak ve mekânlara hizmet edecek sistemlerin kararlaştırılmasıyla başlamaktadır. Sonrasında mekânların ihtiyaçlarına göre cihaz yerleşimleri, bu cihazlara bağlanacak hatlar oluşturulmaktadır.

Hedefsiz ve öncelikler belirlenmeden seçilen sistemlerin uygulama esnasında maliyetler yönünden sağlıklı olmayacağı muhtemeldir. Hedefler ve öncelikler belirlenir, sistem seçimi yapılır. Bu işlemin ardından mimariye olan etkilerini estetik açıdan düşünerek mekanik sistemlerin mimari ile entegrasyonu sağlanmalıdır (Kılıç, 2018).

Sistem seçimleri, cihaz yerleşimleri ve servislerin tasarımı yapılırken birçok alanda mimari yapı elemanları ile sorun yaşanmaktadır. Bu sorunlar koordinasyon aşamasında çözülmektedir. Yapı içinde karşılaşılan MEP tasarımının mimari tasarımı etkilediği başlıca noktalar; teknik hacim, teknik kat ihtiyacı, shaft ve duvar arası boşluk yerleri, asma tavan ve çatı formu olarak sıralanabilir.

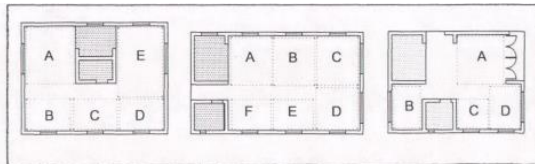
2.1.1. Teknik Hacim, Teknik Kat İhtiyacı

MEP servislerinin dağıtımının yapılmasına başlanmadan teknik hacim yerleri ve gerekli alan ihtiyacı belirlenmektedir. Örneğin su deposu ve yangın su deposu yerleri, ne kadarlık bir alana ihtiyaç olduğu hesaplanmaktadır. Sonrasında mimari proje üzerinde tahmini teknik alan yerleşimi yapılmaktadır. Mimari ekip de istenilen bu yerlerde mimari tasarımı revize ederek gerekli alanları sağlamaktadır.

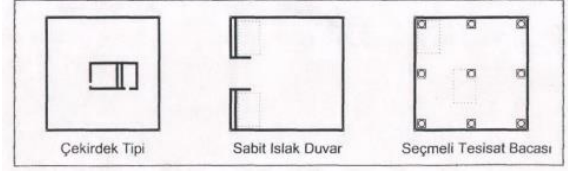
Çok katlı yapılarda tesisat tasarımı yapılırken belli bir katta servis dağıtımının bölünmesi gerekmektedir. Örneğin, 25 katlı bir yapıda bodrum katından 25. Kata kadar su pompalayacak cihazın ve yüksek basınca dayanacak boruların maliyeti fazla olmaktadır. Bodrumdan son kata kadar yapılacak herhangi bir servis dağıtımı, yapım aşamasında imalatı, işletme aşamasında da bakımı zorlaştırmaktadır. Bu sorunların aşılması için örneğin 12. kat teknik kat olarak tasarlanmakta ve bu katta da cihaz yerleşimleri yapılarak üst katlara servislerin hizmet etmesi sağlanmaktadır. MEP tasarımı yapılırken teknik kat ihtiyacının oluşması mimari tasarımı etkileyen faktörlerden biridir.

2.1.2. Şaft ve Duvar Arası Boşluk Yerleri

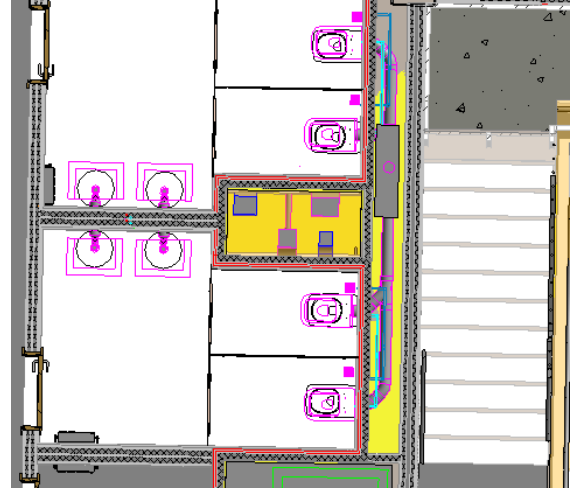
Her bir servis için farklı cihaz yerleşimleri, vana grupları, hat çizimleri yapılmaktadır. Bu servislerin hizmet edeceği mekânlara göre yapının belli bölümlerinde mahaller arası veya katlar arası toplanma, dağıtma noktaları şaft veya duvar arası boşluklar sağlanmaktadır. Tesisat tasarımının mimari tasarımı etkilediği, değişmesine sebep olan en önemli kararlardan biri bu şaft ve boşlukların yerlerinin karar verilmesidir. Örneğin, şaft boşluğu verilmemiş bir mimari tasarımda kanalların ve boruların geçeceği bir boşluk tasarıma sonradan ekleneceği için daha önce tasarlanmış bir mekânın küçülmesine sebep olacaktır. Bir başka örnek ile yüksek katlı bir yapıda bodrum kattan üst katlara dağıtılacak bir hattın çapı büyük olacak ve buna göre şaft boyutları da değişmek zorunda kalacaktır. Bu sebeple tesisat tasarımının mimari tasarım ile bütünleşmiş şekilde, eş zamanlı yapılması gerekmektedir.



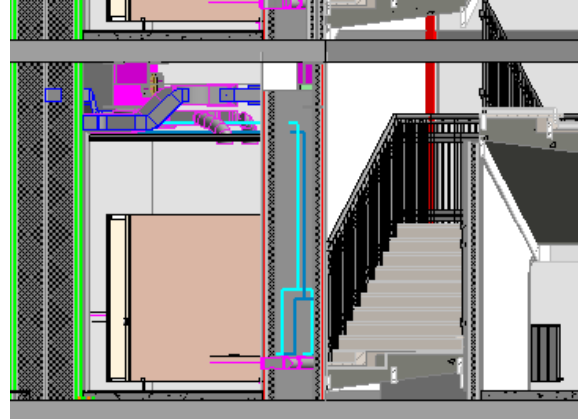
Şekil 1. Islak Hacim Tasarımının İç Mekân Bölünmesine Etkisi (Uzel, 2001)



Şekil 2. Tesisat Toplanma Noktalarının İç Mekân Bölünmesine Etkisi (Uzel, 2001)



Şekil 3. MEP Servislerinin Geçişi İçin Duvar Arasında Bırakılan Şaft - Boşluk (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 4. MEP Servislerinin Geçişi İçin Duvar Arasında Bırakılan Şaft - Boşluk (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

2.1.3. Tavan Tasarımına Etkisi

Asma tavan bulunan yapılarda MEP servisleri için bu alanlar kullanılmaktadır. Bazı cihaz yerleşimleri asma tavan içinde yapılmakta ve cihazların sığmaması durumunda tavan yüksekliklerinde değişikliğe sebep olmaktadır. Aynı şekilde bu cihazlara bağlı hatların

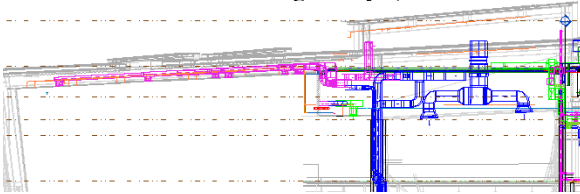
geçişi veya servisler arası çakışmaların çözülmesi için asma tavan tasarımında revizyon yapılması gerekmektedir.

2.1.4. Çatı Tasarımına Etkisi

MEP tasarımının çatı formuna uymadığı durumlarda veya bu servislere ait cihazların çatıda yerleştirilmesine uygun alanlar bulunmadığı durumlar bulunmaktadır. Bu durumlarda mimari projede değişiklik yapılabilir. Örneğin; Şekil 3 ve Şekil 4'te belirtilen müze projesinde, cihazlar ve servisler için yer bulunmadığı ve servisler yapı formuna uymadığı için çatı katmanının altına teknik oda eklendiği görülmektedir.



Şekil 5. Müze Projesinin Çatı Formu (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 6. Müze Projesinde MEP Servislerinin Uyumu (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

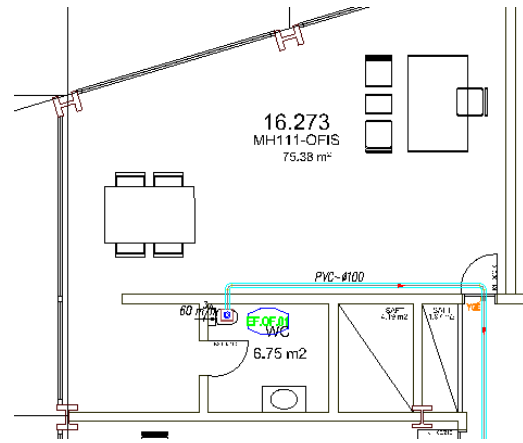
3. 2D ORTAMINDA (GELENEKSEL) TESİSAT TASARIMI

Bilgisayar teknolojilerinin kullanılmadığı, geleneksel tasarlama sürecinde, tasarımlar kâğıt üzerine yapılmaktadır. Daha sonra kâğıt üzerinde yapılan çizimlerden 2D ortamında çizime geçiş yapılmıştır. Bu çizim ortamlarında tesisat tasarımlarının diğer disiplinlerle olan ilişkisi eş zamanlı yürütülemez. Bu sebeple herhangi bir mimari revizyonda tüm tesisat tasarımının yapıldığı plan, kesit çizimlerinin tekrar üretilmesi gerekmektedir.

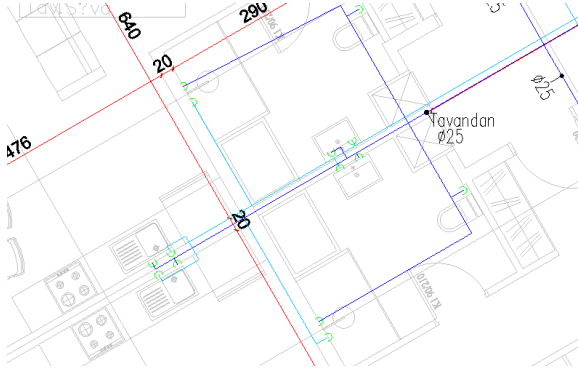
2D ortamında tesisat tasarımının yapılması için ilk önce mimari altlığa ihtiyaç duyulmaktadır. Mimari taraftan gelen çizimler üzerinde tüm servislerin üst üste getirilmesi ve birbirleriyle olan ilişkisinin incelenmesi gerekmektedir. Plan üzerinden tespit edilen çakışmalar aynı anda her yönden (kesit, görünüş, 3D) görülemez ve sağlıklı çözümler bulunması zorlaşmaktadır. Bu durum sebebiyle koordinasyon süreci yavaş ilerlemektedir. Tespit edilemeyen çakışmalar ancak sahada, imalat sırasında fark edilmekte ve mimari tasarımın değişmesine sebep olarak yine sahada çözülebilmektedir. Geleneksel çizim yöntemleri ve BIM ortamındaki çizim yöntemleri arasındaki farklar için Torğut (2021) şöyle demektedir:

“Elle veya bilgisayar destekli çizim metodlarına göre BIM’in temel avantajlarından biri, doğru proje çizimleri ve inşaat belgelerini zamanında ve hızlı bir şekilde sunarak, inşaat sürecinde olası çatışmaları önleme kabiliyetidir. Ayrıca BIM, kullanıcılara proje ekipleri arasında koordinasyon eksikliğinden kaynaklanan hataları veya çakışmaları önleyen, proje bilgilerini aktarma konusunda tutarlı bir yöntem sunar.”

Tesisat tasarımlarının BIM ortamında çizilmesi, eş zamanlı tüm disiplinlerin projeye ulaşabilmesi ve koordinasyonlu şekilde projeyi yürütebilmesini sağlamaktadır. BIM yazılımlarında modellenen projelerde, tesisat tasarımının mimariyi etkilediği veya mimari tasarımın tesisat tasarımına uygun olmadığı durumlar aynı anda plan, kesit, 3D çizimlerinde tespit edilebilir. Bu tarz durumların imalat aşamasından önce değerlendirilmesi mimar, mühendis ve işveren tarafları için birçok yönden (maliyet, zaman, enerji vb.) avantaj sağlamaktadır.



Şekil 7. CAD Çizimde Havalandırma Tesisatının Kat Planda Gösterimi (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 8. CAD Çizimde Temiz Su Tesisatının Gösterimi (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

4. BIM ORTAMINDA MEP TASARIMI

BIM, 2D çizimlere göre plan, kesit, detay, 3D ve girilen verilerle, tüm disiplinler arasında bilgi alışverişi sağlayan gelişmiş bir çalışma biçimidir. 3D model tabanlı olduğu için projelerin yaşam döngüsünün simülasyonunu temsil etmektedir. BIM sadece ilerlemiş bir teknoloji değildir. BIM çalışma yöntemi ile proje tasarım süreci ve bina yapım süreci de değişiklik göstermektedir (Yan ve Damian, 2008).

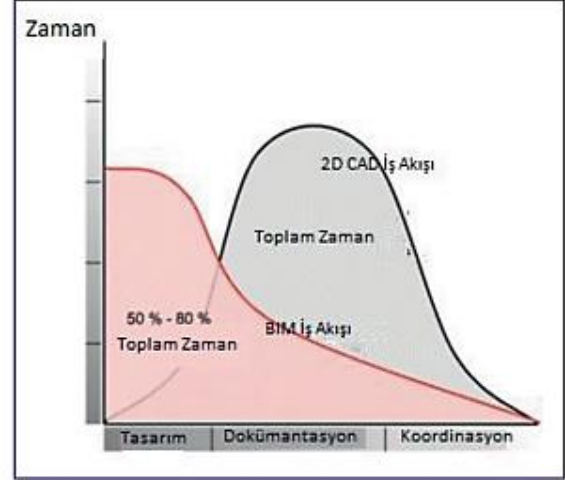
Projelerin farklı ekipler tarafından 2D yazılımlarda tasarlanması daha önce de belirtilen birçok soruna yol açmaktadır. Bu sorunların çözülebilmesi için aynı dilde konuşan yazılımlar ile çalışılmalıdır. BIM çalışma biçimi ile uyumlu yazılımlar sayesinde yapıların sayısal modeli oluşturulmakta ve analizler, çakışmalar, raporlar gibi bilgiler elde edilmektedir. Yapım aşamasından önce elde edilen bu bilgiler ile gerçeğe yakın analizler yapılmaktadır.

Paylaşılabilir 3D model üzerinde çalışabilme imkânı projeye dâhil olan iş ortakları, tasarım ve mühendislik disiplinlerinin güncel bilgiye kolay bir şekilde ulaşabilmelerine olanak sağlar. Tasarlanan 3D yapı ile konuya daha hızlı adapte olmaları ve en iyi sonuca ulaşabilmeleri için gerekli altyapıyı oluşturur (Autodesk, 2014).

BIM çalışma yöntemi, projelendirme süreci boyunca sağladığı avantajların yanı sıra harcanan zamanı, çalışan kişi sayısını ve bunlara bağlı olarak iş yükünü azaltmaktadır. Şekil 5'te geleneksel yöntem (2D) ve BIM ile oluşturulan proje süreçlerinin iş akışına olan etkisi görülmektedir.

BIM çalışma biçimi ve yazılımları ile mimar ve statik ekiplerin oluşturduğu model üzerinden belli aşamalarda MEP tasarımı ve koordinasyonu

yapılmaktadır. MEP servislerin tasarımı ve uygulama süreçleri, projelerin dört farklı aşamasında mühendis - işveren ortak kararlarıyla yönetilmektedir. Bu aşamalar Konsept, Avan, Uygulama ve Saha - İmalat olarak adlandırılmaktadır.



Şekil 9. BIM ve 2D/CAD İş Akışı Karşılaştırması (Kaplan ve Kürekci, 2015)

4.1. Konsept Proje Aşaması

Konsept aşamasında işveren ya da mimardan mekanik ve elektrik olarak talepleri ve düşünceleri alınmaktadır. Bu taleplere göre sistem alternatifleri işverene sunulmakta ve aşağıdaki gibi sorular mimarlara ya da işverene yöneltilmektedir:

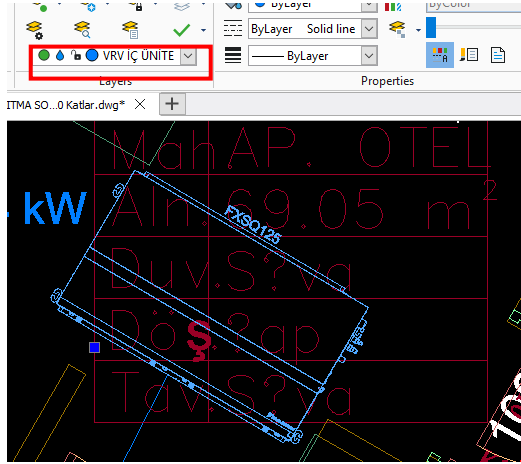
- Gri su sistemi olacak mı?
- Yağmur toplama sistemi olacak mı?
- Kullanım su için kaç günlük depolama düşünülüyor?
- Jeneratör olacak mı?
- Yangın sistemi için bina yüksekliği yönetmeliğe uyuyor mu?

Yapılan geri dönüşlere göre alternatiflerden uygun olanları belirlenip Avan Proje aşamasına geçilmektedir.

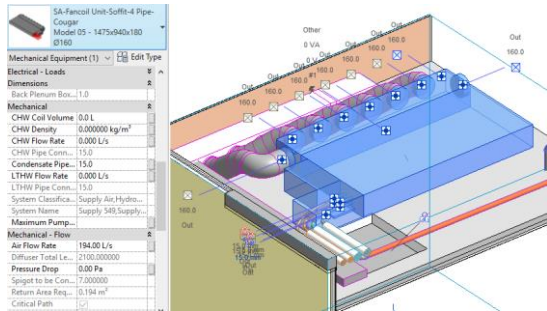
4.2. Avan Proje Aşaması

Avan proje, konsept aşamasında alınan kararlara göre ön tasarımların ortaya çıkarıldığı aşamadır. Bu aşamada mekanik ve elektrik konularının mimariye olası etkileri üzerinden gerekli fikir alışverişleri yapılmaktadır. Teknik hacim ihtiyaçları ve shaft ihtiyaçları mimari grup ile paylaşılmaktadır. Bu görüşmelerden sonra mimari grup gereken ihtiyaçlara cevap verecek şekilde tasarımı ilerletmektedir.

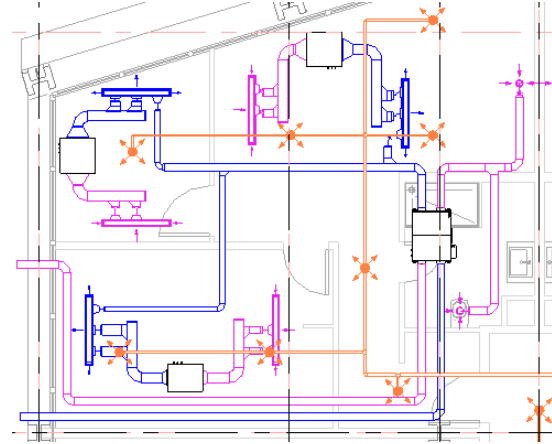
Bu aşamada, 2D ortamında çizilen tesisat sisteminde diğer disiplinlerle olan ilişkisi, olası çakışma, cihaz sığmama durumları görülememektedir. Cihaz isimleri ve hatların hangi servislere ait olduğu bilgileri ancak manuel olarak katman / layer oluşturulduğunda görülebilmektedir. Buna karşın BIM ortamında tasarlanan bir tesisat sisteminde ise aynı anda tüm disiplinler görülebilmekte, gerekli bilgiler veri olarak girilip kontrol edilebilmektedir. Örnek olarak BIM yazılımları ile tasarlanan havalandırma sisteminde ilk önce ihtiyaca göre talep edilen cihaz yerleşiminin yapılması gerekmektedir. Yerleşim için cihaz boyutları modelde parametre olarak eklenip, obje / familyanın boyutları gerçek boyutlarla birebir uyumlu hale getirilmektedir. Bu sayede yerleştirildiği mahalde diğer disiplinlerle olan ilişkisi görülebilmektedir. Herhangi bir statik kolon - kiriş, mimari duvar gibi yapı elemanları ile çakışma veya asma tavana cihazın sığmaması durumunda ilgili ekibe bu durum aktarılmakta ve gerekli değişikliklerin yapılması istenmektedir. Bu aşamadan sonra Uygulama aşamasında cihazın bağlantı noktaları, kotu, yönü doğru biçimde görülerek sistem hatları çizilmeye başlanmaktadır.



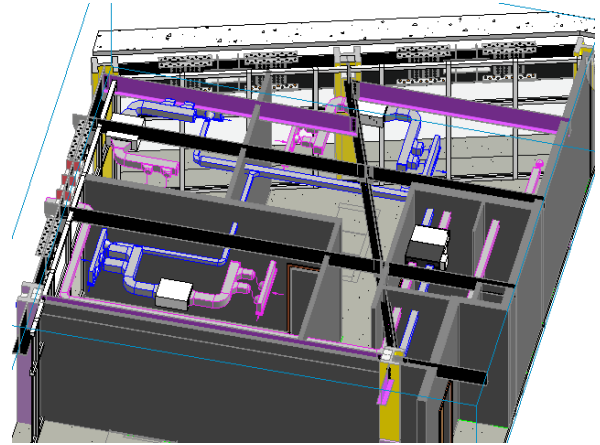
Şekil 10. CAD yazılımında cihaz bilgilerinin görünümü (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 11. Autodesk Revit yazılımında cihaz bilgilerinin görünümü (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 12. Autodesk Revit Yazılımında Havalandırma Tasarımı Kat Planı (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



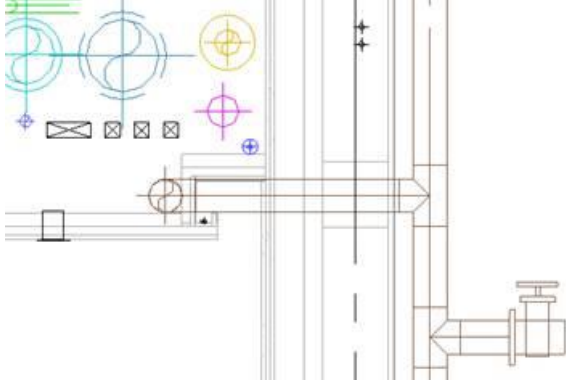
Şekil 13. Autodesk Revit Yazılımında Havalandırma Tasarımı 3D Görünüşü (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

4.3. Uygulama Aşaması

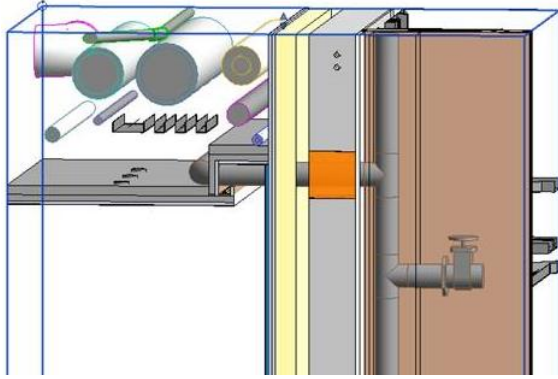
Teknik hacim ve shaft ihtiyaçları belirlendikten sonra mekanik ve elektrik projeler hazırlanmaktadır. İmalat aşamasında sorun çıkartabilecek olası problemler bu aşamada tespit edilmekte ve proje aşamasında çözümler üretilmeye çalışılmaktadır.

Aşağıdaki projede örnek çakışmada yangın hattı için sahada duvarda delik açılmıştır. Hat, delikten geçmek zorunda olduğu ve delik kaydırılmayacağı için asma tavan tasarımında revizyon yapılması gerekmiştir. Asma tavan imalatı duvar imalatından sonra yapıldığı için hattın asma tavan sınırı ile çakışması uygulama aşamasında fark edilmiştir. Bu çakışma mimari ekibe bildirildikten sonra asma tavan kotu düşürülerek

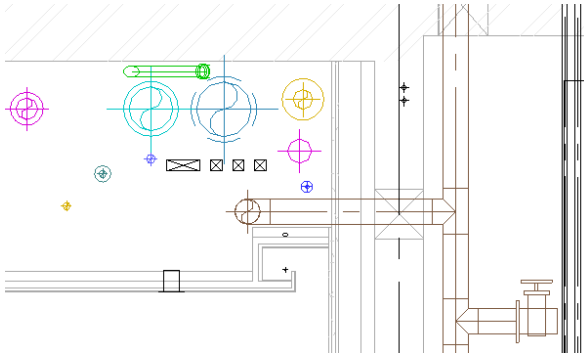
çakışma çözülmüştür. Bu gibi durumların geleneksel 2D çizimlerde görülmesi zordur. BIM yazılımları sayesinde mekanik bir borunun kotu, mimari yapı elemanı olan asma tavanın tasarımını etkilemiş ve değişikliğe sebep olmuştur.



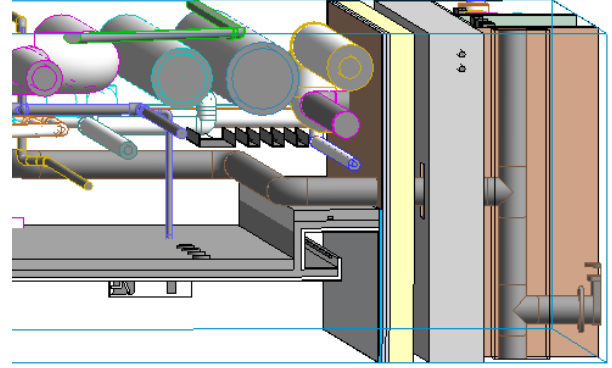
Şekil 14. Yangın hattının asma tavan asma tavan sınırı ile çakışması, kesit (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 15. Yangın hattının asma tavan asma tavan sınırı ile çakışması, 3D (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



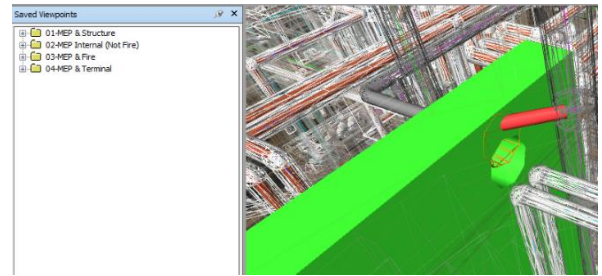
Şekil 16. Yangın hattının asma tavan asma tavan sınırı ile çakışmasının çözülmesi, kesit (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 17. Yangın hattının asma tavan asma tavan sınırı ile çakışmasının çözülmesi, 3D (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

4.4. Saha-İmalat Aşaması

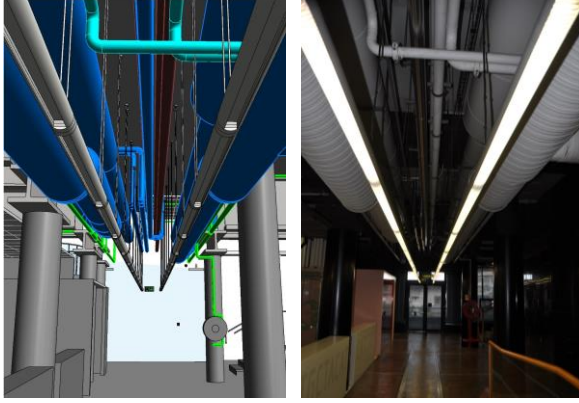
Tasarımı yapılan projeler üzerinden uygulama için ihaleye çıkılmakta ve imalat aşamasına geçilmektedir. Asma tavan mesafelerinin kontrolü, shaft içi koordinasyon gibi detaylı konulara bu aşamada girilmektedir. Özellikle birçok servisin geçtiği tavan içi ve shaft içi koordinasyon bu aşamada saha imalatı için önem taşımaktadır. Projeler saha tarafına iletilmeden önce belirli aşamalardan geçmektedir. Bu aşamalardan birisi de çakışma kontrolüdür. BIM yazılımlarından biri olan Navisworks programında mekanik servislerin diğer servislerle ve disiplinlerle olan çakışmaları kontrol edilmektedir. Örneğin boru-boru, kanal-boru, boru-statik duvar arasında kontrol yapılmaktadır. Raporda çakışma olarak çıkan tüm servis elemanlarının Element ID numarası bulunmaktadır. Bu numara Revit'te aratıldığında program kısa bir sürede çakışmanın olduğu alanı göstermekte ve bu sayede çakışma hızlı bir şekilde çözülmektedir.



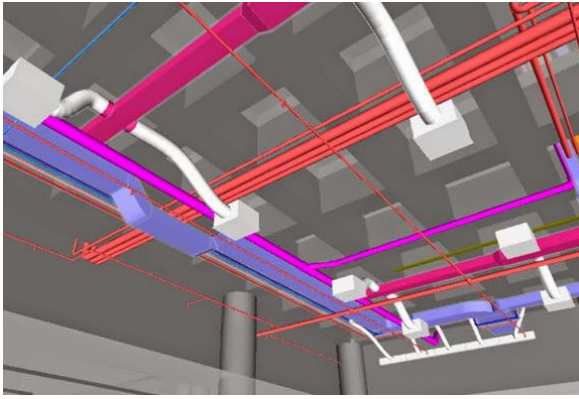
Şekil 18. Autodesk Navisworks yazılımında boru-duvar çakışma kontrolü (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

Koordinasyonu tamamlanan bir tasarıma sahada uyulmadığında fazla revizyona sebep olmaktadır. Örneğin; cihazların mekanik odalara sığmaması,

odaların genişletilmesine, servislerin ön aşamalarda planlandığı kotlarda imalatının yapılmaması, tavan kotunun düşürülmesine sebep olmaktadır.



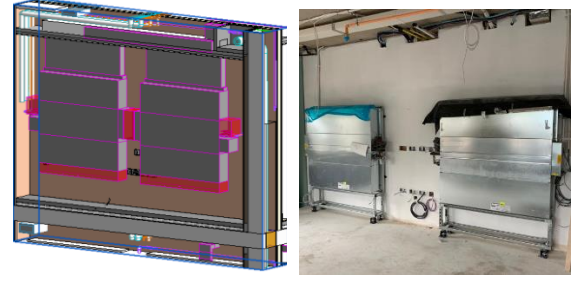
Şekil 19. Autodesk Revit yazılımında tasarlanan projenin birebir uygulaması (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



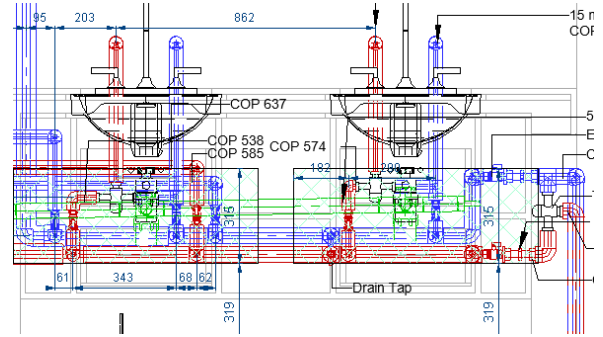
Şekil 20. Autodesk Revit yazılımında koordinasyonu tamamlanan projenin birebir uygulaması (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



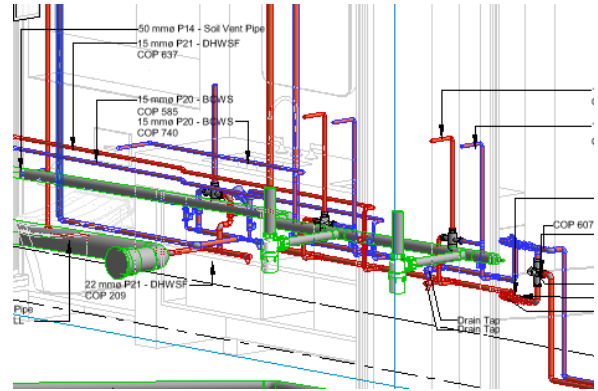
Şekil 21. Revit yazılımında koordinasyonu tamamlanan projenin birebir uygulaması (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 22. Revit yazılımında yerleştirilen cihazların sahada uygulaması (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 23. Revit yazılımında çizilen banyo içi temiz su tesisatı, kesit (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 24. Revit yazılımında çizilen banyo içi temiz su tesisatı, 3D (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)



Şekil 25. Revit yazılımında tasarlanan banyo içi temiz su tesisatı uygulaması (SAINA Danışmanlık Mühendisliğin izniyle)

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Elektro Mekanik sistemlerin tasarımının mimariyi hangi yönlerde etkilediği, 2D ve BIM ortamında bu tasarımların nasıl yapıldığına ve ne gibi problemlerle karşılaşıldığına dair araştırmalar örneklerle sunulmaktadır.

Geleneksel yöntemlerle oluşturulan tasarımların, gerek tasarım aşamasında gerek uygulama aşamasına geçildiğinde yeterli bilgi ve kolaylık sağlayamadığı, aksine zaman ve emek kaybına neden olduğu anlaşılmaktadır. BIM ortamında üretilen tasarımların ise her aşamada kalite, zaman, maliyet ve gerçeklik açısından avantaj sağladığı görülmektedir.

Tesisat projelerinin BIM ortamında tasarlanması, yapım aşamasına geçilmeden Mimari – MEP simülasyonunun görülmesi sayesinde, sahada birebir uygulanmasını ve çıkacak olası problemlerin çözümünü kolaylaştırmaktadır. MEP servislerin ve gerekli elemanların mimaride revizyona sebep olduğu noktalarda, mimari ekip ile hızlı bir şekilde veri ve model paylaşımı yapılmakta da yapım süreci hızlı devam etmektedir. Geleneksel yöntemlerde ise ekiplerin bir araya gelmesinin ve tasarımlarda değişiklik yapılmasının zorluğu ortaya çıkmaktadır.

Bu makale ile diğer tüm disiplinler (mimari, statik, cephe, iç mimari) gibi mekanik-elektrik sistemlerin de BIM ortamında üretilmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır. Mimari, mühendis, iş veren arasında, zaman ve mekana bağlı kalınmadan BIM ile bilgi, model, veri alışverişinin yapılabildiği ortam sağlanmaktadır. Böylece MEP servislerin mimariyi etkilediği durumlar en az kayıp ile sonuçlanmakta ve proje yönetimi sürdürülebilmektedir.

6. KAYNAKLAR

Arıöz, E., 1992. Endüstrileşmiş Binada Hazır Tesisat Bileşenlerinin Kullanımı ve Tasarıma Etkileri, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Autodesk, 2014. The Power Of BIM For Structural Engineering.

Chiu, B.W. and Lai, J.H., 2016. Implementing Building Information Modelling in Building Services Engineering: Benefits and Barriers. Building up business operations and their logic Shaping materials and technologies, 3, p.332

Eceoğlu, A., 2012. Teknolojik Gelişmelerin Mimarlık Mesleğine Yansımaları ve Simülasyon Programları'nın Mekan Tasarımına Etkisi, İstanbul Kültür Üniversitesi, İstanbul.

Erdik, M. ve Gökuç, Y. T., 2020. Türk yapı sektöründe yapı bilgi modellemesinin adaptasyonu. Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 22(1), 159-171.

Francis D. K. Ching., 2003. Mimarlık ve Sanatta Yaratıcı Bir Süreç Çizim, Türkçesi: Gülçin İpek; Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, John Wiley & Sons, İstanbul.

Hergunsel, M.F., 2011. Benefits of Building Information Modeling For Construction Managers and BIM Based Scheduling, Worcester Polytechnic Institute, USA.

İnan, N. ve Yıldırım, T., 2009. Mimari Tasarım Sürecinde Disiplinlerarası İlişkiler ve Eşzamanlı – Dijital Ortam Tasarım Olanakları, Ankara.

Kaplan, S. ve Kürekci, N. A., 2015. Yapı Bilgi Sistemi (BIM) İle Mekanik Tesisat Projeleri, 12. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 8-11 Nisan, s. 1383-1394.

Kılıç, M. E., 2018. Çok katlı konut binalarında kullanılan iklimsel konfor sistemleri, mimari ile olan ilişkisi ve uygulama örneklerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Korman, T. and Tatum, B. C., 1999. MEP Coordination in Building and Industrial Projects, Stanford University, Stanford.

Ogwueleka, A. C., 2015. Upgrading from the use of 2D CAD systems to BIM technologies in the construction industry: consequences and merits. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), 28(8), 403-411.

Ly, X. B., & Liang, Z. J., 2014. Case study of three-dimensional optimization design on architectural MEP based on BIM. In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 507, pp. 177-181). Trans Tech Publications Ltd.

Utkutuğ, G., 1999. Binayı Oluşturan Sistemler Arasındaki Etkileşim Ve Ekip Çalışmasının Önemi Mimar Tesisat Mühendisi İş Birliği, IV. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Ve Sergisi, s. 21-36.

Uzel, N., 2001. Esnek ve Adapte Olabilir Konutlar İçin Değerlendirme Rehberi, Yüksek Lisans Tezi, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Wael, A. and Weldy, S., 2020. Integration of building service systems in architectural design. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 25, pg. 109-122

Wan, S.K.M. and Kumaraswamy, M.M., 2012. Improving building services coordination at the pre-installation stage. *Engineering, Construction and Architectural Management*, (19), 3.

Wang, J., Wang, X., Shou, W., Chong, H. Y., & Guo, J., 2016. Building information modeling-based integration of MEP layout designs and constructability. *Automation in construction*, 61, 134-146

Yarmohammadi, S., and Ashuri, B., 2015. Exploring the approaches in the implementation of BIM-based MEP coordination in the USA. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 20(22), 347-363.

Yan, H. and Damian, P., 2008. Benefits and Barriers of Building Information Modelling, Department of Civil and Building Engineering, Loughborough University, UK.

Yıldırım, M. T., 2004. Mimari Tasarımda Biçimlendirme Yaklaşımları İle Bilgisayar Yazılımları İlişkisi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1) s. 59-71.

Yılmaz, A. ve Torğut, F. A., 2021. Bir Hastanenin Yapı Bilgi Modellemesi (BIM) İle Mekanik Tesisatının Tasarımı, Bitirme Projesi, K.T.Ü. Mühendislik Fakültesi, Trabzon.