

Özgür Menderes BULUT

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



İSKENDERUN TEKNİK
ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**KAMUYA AİT OKUL
İNŞAATLARINDAKİ
REVİZYONLARIN SÜRE VE
MALİYETE ETKİSİ**

Özgür Menderes BULUT

**İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

HAZİRAN 2021

HAZİRAN 2021



**KAMUYA AİT OKUL İNŞAATLARINDAKİ REVİZYONLARIN SÜRE VE
MALİYETE ETKİSİ**

ÖZGÜR MENDERES BULUT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

HAZİRAN 2021

Özgür Menderes BULUT tarafından hazırlanan “Kamuya Ait Okul İnşaatlarındaki Revizyonların Süre ve Maliyete Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile İskenderun Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Ercan ERDİŞ
Mimarlık, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Ercan ERDİŞ
Mimarlık, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Hilmi COŞKUN
İnşaat Mühendisliği, İskenderun Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Gözde TANTEKİN ÇELİK
İnşaat Mühendisliği, Çukurova Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 21/06/2021

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....
Doç. Dr. Ersin BAHÇECİ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

İskenderun Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülediğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu,
 - 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.

Özgür Menderes BULUT

...../...../2021

KAMUYA AİT OKUL İNŞAATLARINDAKİ REVİZYONLARIN SÜRE VE
MALİYETE ETKİSİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Özgür Menderes BULUT

İSKENDERUN TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Haziran 2021

ÖZET

Kamu inşaat işleri 2002 yılında 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'nun kabulünden sonra, çok daha verimli ve etkili şekilde işlemektedir. Ancak buna rağmen pek çok projede tasarım ve yapım kaynaklı süre ve maliyet artışlarının yaşandığı bilinmektedir. Sahada projenin süre ve maliyet artışına uğramasına sebep olan birçok etken bulunmaktadır. Bu çalışmada 2015 ile 2019 yılları arasında kapsayan dönemde yapımı tamamlanmış 85 kamu okul inşaatı projesine ait tasarım ve uygulama aşamasında gerçekleştirilen 141 adet revizyon, revizyon onay belgeleri vasıtasıyla incelenmiş ve revizyonların ana ve alt sebepleri belirlenmiştir. Kamu okul inşaatı yapılarının tasarım ve uygulama aşamalarında meydana gelen revizyonlar, süreçte rol alan tüm mühendislik ve mimarlık dalları dikkate alınarak tasnif edilmiştir. Çalışmada; fizibilite, mimari, statik, mekanik ve elektrik projelerinde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların yaşandığı ve bunun projelerde süre ve maliyet artışlarına neden olduğu vurgulanmıştır. Her branşın sebep olduğu süre ve maliyet artışları analiz edilerek alt sebeplerin yaşanma sıklığı ve proje maliyeti ve süresi üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca revizyona neden olan ana ve alt sebeplerle ilgili olarak çalışmada, çoğunluğunu kamuda çalışan mühendis ve mimarların oluşturduğu teknik elemanlarla bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Böylelikle revizyon onay belgelerinden elde edilen proje revizyonlarının sebepleri ile ilgili sonuçların detaylandırılması ve ilişkilerin kurulması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonunda revizyonların sebepleri dikkate alınarak önlenmesi için çözüm önerilerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Süre ve maliyet artışları, revizyonlar, değişiklik emri
Sayfa Adedi : 89
Danışman : Prof. Dr. Ercan ERDİŞ

EFFECTS ON DURATION AND COST OF CHANGE ORDERS IN PUBLIC SCHOOL
CONSTRUCTION PROJECTS

(M. Sc. Thesis)

Özgür Menderes BULUT

ISKENDERUN TECHNICAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

June 2021

ABSTRACT

Public construction works run much more efficiently and effectively after the adoption of the Public Procurement Law No. 4734 in 2002. However, it is known that time and cost overruns are encountered in many projects based on design and construction. There are many factors in the field that cause time and cost overruns. In this study, a total of 141 change orders made during the design and construction phase of 85 public school construction projects, the construction of which was completed in the period between 2015 and 2019, were examined through change orders approval certificates, and the main and sub-reasons of the revisions were determined. The revisions that occur during the design and construction phases have been classified according to all the engineering and architecture branches involved in the process. It was emphasized that there have been revisions resulting from the feasibility, architectural, static, mechanical and electrical designs, and these lead time and cost overruns in the projects. The duration and cost increases caused by each branch were analyzed, and the frequency of the sub-causes and the impact on the project cost and duration were examined. In addition, a survey was conducted with the technical staff, most of whom were engineers-architects working in the public sector, in the study regarding the main and sub-causes causing the revision. In this way, it was aimed to elaborate the results related to the reasons for the project revisions obtained from the change orders approval certificates and to establish relations. At the end of the study, suggestions for solutions are also included to prevent revisions.

Key Words : Time and cost increases, revisions, change orders
Page Number : 89
Supervisor : Prof. Dr. Ercan ERDİŞ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin hazırlanması sürecinde bilgi birikimleri ile hiçbir yardımcı esirgmeden destek olan ve daha iyisini yapmam için beni cesaretlendiren çok değerli danışman hocam Prof. Dr. Ercan ERDİŞ e ve Dr. Serkan AYDINLI' ya sonsuz saygı ve teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmalarım sırasında desteklerini her zaman hissettiren eşim Gülbahar, oğlum Deniz ve kızım Bilge'ye çok teşekkür ederim. Bilime olan inancımın ve okuma sevgimin kaynağı babam Selahattin BULUT'u saygı, sevgi ve özlemle anıyorum.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET -----	iv
ABSTRACT -----	v
TEŞEKKÜR -----	vi
İÇİNDEKİLER-----	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ-----	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR-----	xi
1.GİRİŞ-----	1
1.1. Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı -----	2
1.2. Kabuller ve Kısıtlar -----	3
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR -----	5
3. MATERYAL ve YÖNTEM -----	20
3.1. Revizyon Onay Belgelerinden Toplanan Verilerin Analizi -----	21
3.2. Anket Tasarımı ve Uygulaması-----	21
3.3. Faktör Analizi -----	22
4. BULGULAR -----	25
4.1. Kamu Okul İnşaatı Proje ve Yapım İşlerinde Revizyon Sebeplerinin Proje Süresi ve Maliyeti Üzerindeki Etkileri -----	25
4.1.1. Revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların ana ve alt sebepleri---	25
4.1.2. Revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların süre ve maliyete etkisi	27
4.2. Anket Uygulaması ile Elde Edilen Revizyonların Ana ve Alt Sebepleri -----	29
4.2.1. Katılımcıların demografik özellikleri -----	29
4.2.2. Revizyonların ana ve alt sebepleri-----	31
4.2.2.1. Fizibilite kaynaklı revizyonlar-----	32
4.2.2.2. Mimari proje kaynaklı revizyonlar-----	34
4.2.2.3. Statik proje kaynaklı revizyonlar-----	41
4.2.2.4. Mekanik proje kaynaklı revizyonlar-----	46
4.2.2.5. Elektrik projelerinden kaynaklı revizyonlar-----	51

Sayfa

5. TARTIŞMA	54
5.1. Revizyon Onay Belgelerinden Elde Edilen Revizyonların Ana ve Alt Sebepleri ve Çözüm Önerileri	54
5.2. Revizyon Onay Belgelerinden Elde Edilen Revizyonların Proje Süresi ve Maliyetine Etkisi ve Çözüm Önerileri	58
5.3. Kamu Okul İnşaatı Proje ve Yapım İşlerinde Revizyonların Ana ve Alt Sebeplerinin Ankete Dayalı Sınıflandırılması ve Çözüm Önerileri	59
5.3.1. Fizibilite kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri	59
5.3.2. Mimari projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri	61
5.3.3. Statik projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri	63
5.3.4. Mekanik projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri	65
5.3.5. Elektrik projelerinde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri	66
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	69
KAYNAKLAR	74
EKLER	78
EK-1. Anket formları	78

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Ankette kullanılan Likert ölçeği.....	22
Çizelge 3.2. Cronbach Alpha testi referans değerleri (Santos, 1999).....	22
Çizelge 3.3. Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterlilik testi referans değerleri (Kaiser, 1974)	23
Çizelge 4.1. Kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde yaşanan revizyonların ana ve alt sebepleri.....	26
Çizelge 4.2. Kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde yaşanan revizyonların süre ve maliyete etkisi.....	28
Çizelge 4.3. Katılımcıların cinsiyeti.....	29
Çizelge 4.4. Katılımcıların yaş dağılımı.....	30
Çizelge 4.5. Katılımcıların mesleği.....	30
Çizelge 4.6. Katılımcıların kurumdaki görevi.....	31
Çizelge 4.7. Katılımcıların kurumda çalışma süreleri.....	31
Çizelge 4.8. Fizibilite kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	32
Çizelge 4.9. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Fizibilite).....	33
Çizelge 4.10. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Fizibilite).....	33
Çizelge 4.11. Döndürülmüş faktör yükleri (Fizibilite).....	34
Çizelge 4.12. Mimari projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi	35
Çizelge 4.13. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mimari Tasarım).....	35
Çizelge 4.14. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mimari Tasarım).....	36
Çizelge 4.15. Döndürülmüş faktör yükleri (Mimari Tasarım).....	37
Çizelge 4.16. Mimari projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	38
Çizelge 4.17. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mimari Uygulama).....	39
Çizelge 4.18. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mimari Uygulama).....	39
Çizelge 4.19. Döndürülmüş faktör yükleri (Mimari Uygulama).....	40
Çizelge 4.20. Statik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	41
Çizelge 4.21. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Statik Tasarım).....	42
Çizelge 4.22. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Statik Tasarım).....	42
Çizelge 4.23. Döndürülmüş faktör yükleri (Statik Tasarım).....	43
Çizelge 4.24. Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	44
Çizelge 4.25. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Statik Uygulama).....	45
Çizelge 4.26. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Statik Uygulama).....	45
Çizelge 4.27. Döndürülmüş faktör yükleri (Statik Uygulama).....	46
Çizelge 4.28. Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	47
Çizelge 4.29. Mekanik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi.....	48

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.30. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mekanik Uygulama)	49
Çizelge 4.31. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mekanik Uygulama)	49
Çizelge 4.32. Döndürülmüş faktör yükleri (Mekanik Uygulama)	50
Çizelge 4.33. Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi	51
Çizelge 4.34. Elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi	52



SİMGELER ve KISALTMALAR

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

Simgeler

df

Sig.

Açıklamalar

Serbestlik Derecesi

Önem Derecesi

Kısaltmalar

ANOVA

BIM

DB

DBB

FCM

IAU

IP

KMO

NYA

NYY

VRF

XLPE

Açıklamalar

Tek Yönlü Varyans Analizi

Yapı Bilgi Modellemesi

Tasarım ve İnşa

Tasarım, İhale ve İnşa

Bulanık Bilişsel Haritalama Yöntemi

Islamic Azad University

Internet Protokol

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği

Tek Damarlı Bakır Kablo

Plastik Kaplamalı Alçak Gerilim Güç Kablosu

Değişken Debili Soğutucu Akışkan Sistemleri

Çapraz Bağlı Polietilen Kablo

1. GİRİŞ

İnşaat projelerinin en önemli başarı kriterleri, projenin istenilen maliyet ve süre içerisinde, istenilen kalitede tamamlanmasıdır. Kamu inşaat projeleri, proje bütçesinin kamu tarafından sağlanması ve kamuya hizmet sağlayacak olması sebebiyle istenilen bütçe, süre ve kalitede bitirilmesi büyük önem arz eden projelerdir.

Literatür incelendiğinde, inşaat projelerinde maliyet ve süre sapmalarının sebepleri ile ilgili birçok çalışmanın yapıldığı görülmektedir (Pourrostam, Ismail ve Mansournejad 2011; Memon, Rahman ve Hasan 2014). Günhan, Arditi ve Doyle (2007) çalışmalarında 1999-2004 arası yürütülen okul projelerini ve bu projelerde gerçekleşmiş olan 6585 proje revizyonunu incelemişler, bu revizyonların maliyet artışına sebep olmaması için önleyici tedbirler olarak; proje kapsam/amacının erken safhada tanımlanması, doğru inşaat yönetimi firmasının seçimi, inşa edilebilirlik ve keşif çalışmaları açısından fizibilite faaliyetlerinin etkili yönetimi gibi birtakım stratejilerin geliştirilmesinin önemine vurgu yapmışlardır.

Süre ve maliyet sapmalarının sebepleri arasında proje revizyonları önemli bir yer tutmaktadır. Sunday (2010) çalışmasında proje revizyonlarının %25-30 aralığında maliyet artışı ve %30 civarında ise süre artışına sebep olduğunu belirtmiştir. Love, Davis ve Ellis (2010) revizyonlardan kaynaklı yeniden yapılan imalatların proje bütçesinde yaklaşık %5'lik bir artışa sebep olduğunu vurgulamışlardır. Hwang, Zhao ve Goh (2014) ise, proje revizyonlarının; proje maliyeti, süresi ve kalitesine olan etkilerini araştırdıkları çalışmalarında, işverenin planlarda yapmış olduğu değişikliklerin maliyet, süre ve kaliteye en çok etki eden faktör olduğunu saptamışlardır.

Proje revizyonlarının sebepleri incelendiğinde; “işveren kaynaklı ek imalatlar”, “işveren kaynaklı proje değişiklikleri”, “tasarım hataları” ve “tasarım esnasında yeterli araştırmaların yapılmaması” faktörlerinin ön plana çıktığı görülmektedir (Hanna, Camlic, Peterson ve Lee, 2004; Alnuaimi, Ramzi, Mohammed ve Al-Harhi, 2010). Özellikle projelendirme safhasında tüm çevresel faktörlerin göz önünde bulundurulmaması, imalat sürecinde birçok revizyona ve proje bütçesinde ciddi artışlara sebep olmaktadır.

Literatürde yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemler incelendiğinde genellikle vaka çalışmaları veya işveren, yüklenici, teknik eleman ve danışmanlara çeşitli anketlerin uygulandığı görülmektedir (Oladapo, 2007; Enshassi, Arain ve Al-Raei, 2010). Fakat iki yöntemin aynı anda kullanıldığı ve kamuda çalışan mühendis ve mimarların görüşlerinin alındığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Halbuki denetim merci mühendis ve mimarlar revizyonların gerek sebeplerini gerekse proje performansına olan etkilerini en doğru şekilde analiz eden kesimi oluşturmaktadır. Bu tez çalışmasında kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde yaşanan proje revizyonlarının sebepleri ve proje süre ve maliyetine olan etkilerinin araştırılması planlanmıştır. Bu amaçla son yıllarda kamuda yapılmış olan ve revizyon onay belgelerinden elde edilen değişiklikler/revizyonlar incelenerek, bu revizyonların proje maliyetine ve süresine etkileri analiz edilmiştir. Çalışmada kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerine ait revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonlar; mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar, elektrik projesi kaynaklı revizyonlar olmak üzere dört ana gruba ve her ana grupta revizyona neden olan alt sebeplere ayrılmıştır.

Ayrıca revizyona neden olan ana ve alt sebeplerle ilgili olarak çalışmada çoğunluğunu kamuda çalışan mühendis ve mimarların oluşturduğu teknik elemanlarla bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, revizyon onay belgelerinden elde edilen proje revizyonlarının sebepleri ile ilgili sonuçların geliştirilmesi ve pekiştirilmesi, ilave olarak revizyon alt sebeplerinin sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada anket sonucunda elde edilen revizyon sebepleri ise beş ana gruba ayrılmıştır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar, mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar ve elektrik projesi kaynaklı revizyonlar ana grupları oluşturmaktadır. Her ana grup ise tasarım ve uygulama (yapım) aşaması kaynaklı revizyon sebepleri olmak üzere sınıflandırılmış ve alt sebeplere ayrılmıştır.

Çalışmanın sonunda proje revizyonlarının sebepleri dikkate alınarak revizyonların önlenmesi için çözüm önerileri sunulmuştur.

1.1. Tezin Amacı, Önemi ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı, kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde gerçekleşen revizyonların ana ve alt sebeplerinin belirlenmesi, revizyonların süre ve maliyete etkisinin tespiti

şeklinde özetlenebilir. Çalışmada proje revizyonlarının sebepleri dikkate alınarak yaşanan revizyonların önlenmesi için ise çözüm önerileri üretilmiştir. Bu sayede yapılan çalışmanın kamu kaynaklarının etkili ve verimli kullanımına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Bu amaç doğrultusunda, 2015 ile 2019 yılları arasında yapımı tamamlanan 85 okul inşaatı proje ve yapım işlerine ait revizyon onay belgelerinden elde edilen 141 adet revizyon incelenmiştir. İlk aşamada; revizyonların ana ve alt sebepleri incelenen revizyon onay belgeleri ile belirlenmiş ve her bir revizyonun proje süresi ve maliyetine etkisi araştırılmıştır. İlave olarak, yaşanan revizyonların sebepleri, kamu kurumlarında görev alan teknik personele uygulanan anket çalışması ile de araştırılmıştır. Bu kapsamda kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde meydana gelen revizyon sebepleri imalatta yer alan tüm mühendislik ve mimarlık dalları açısından; fizibilite, mimari, statik, mekanik ve elektrik kaynaklı sebeplerle geniş kapsamlı olarak incelenmiştir. Fizibilite aşaması hariç diğer bölümler, tasarım ve uygulama (yapım) aşaması kaynaklı revizyon sebepleri olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir. Diğer bir ifadeyle; mimari, statik, mekanik ve elektrik kaynaklı proje revizyon sebepleri tasarım ve uygulama aşaması olarak her branş için ayrı ayrı incelenmiştir. Fizibilite kaynaklı revizyon sebepleri ise anket verilerine dayanılarak tek bir başlık altında çalışmada ele alınmıştır.

1.2. Kabuller ve Kısıtlar

Tez çalışması kapsamında verilerin toplanması ve analizi ilgili bir takım kabuller ve kısıtlar mevcuttur.

Çalışmanın ilk kısıtı sadece bir ilimizdeki kamu eğitim yapılarının inşası sürecinde meydana gelen revizyon sebeplerinin incelenmiş olmasıdır. Ülkemizin her bölgesinde kamu inşaatlarında süre ve maliyet artışına sebep olan revizyonların iklim, coğrafi koşullar gibi sebeplerle çeşitlilik gösterebileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın ikinci kısıtı ise meydana gelen revizyonların 2015 ile 2019 yılları arasında yaşanan revizyonları kapsıyor olmasıdır. Farklı yıllarda meydana gelen revizyonların sebeplerinde dönemsel koşullardan kaynaklı farklılıklar olabileceği düşünülmektedir.

Fizibilite kaynaklı revizyonlar, revizyon onay belgelerinde bulunmadığından bu kısım anket verileri analiz edilerek incelenmiştir.

Ayrıca tezde yapılan anket uygulaması yine çoğunluğu o ilin kamu kurumlarında çalışan ve ağırlıklı olarak mimar ve mühendislerden oluşan teknik elemanlara uygulanmıştır. Ülkemizin farklı bölgelerinde aynı görevi yapan teknik personelin görüşlerinin bölgesel farklılıklar sebebiyle çeşitlilik gösterebileceği düşünülmektedir.



2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Literatür incelendiğinde, inşaat projelerinde değişiklik talebi sebebiyle yaşanan revizyonların sebep ve sonuçları ile ilgili birçok çalışma göze çarpmaktadır. Özellikle 2000’li yıllarda başlanan ve günümüze kadar devam eden çalışmalar ile ilgili sonuçlar bu bölümde özetlenmiştir.

Hanna ve diğerleri (2002), yaptıkları çalışmada bir projenin revizyonlardan etkilenip etkilenmediğiyle ilişkili olan faktör gruplarını incelemişlerdir. Yazarlar bu kapsamda, lojistik regresyon analizi yöntemiyle bir projenin revizyonlardan etkilenme olasılığını tahmin eden bir model geliştirmişlerdir. Model için 33 mekanik işler yüklenicisinden ulaşılan 57 projeden ve 35 elektrik yüklenicisinden ulaşılan 59 projeden veri toplanmıştır. Geliştirilen model ile revizyonlardan etkilenme oranı %83 doğrulukla tahmin edilmiştir. Çalışmada; projelerde yapılan değişikliklerin fazlalığının, yapılan işin türünün, tahmini ve fiili en yüksek insan gücünün, revizyonun uygulanma süresinin, fazla mesai şartlarının ve tasarım sorunlarından kaynaklanan değişikliklerin projelerde revizyonlara etki eden ana faktörler olduğu belirtilmiştir. Çalışma sonucunda; planlama aşamasında projenin büyüklüğünün revizyonlardan etkilenme oranını artırdığı, tasarım aşamasında mimarlık ve mühendislik desteğinin yeterince alınmamasının inşaat sürecinde tasarım kaynaklı revizyonların önceden çözümlenmesini güçleştirdiği, yapım aşamasında ise proje revizyonlarından kaynaklı süre baskısı ve hızlanma isteğinin revizyonların miktarını arttırdığı, revizyon onay sürecini uzattığı ve revizyondan kaynaklı üretim kaybı ve işgücü ihtiyacında artışların yaşanmasına neden olduğu, tüm bu hususların da projeleri süre ve maliyet açısından etkilediği vurgulanmıştır.

Hsieh ve diğerleri (2004) ise, proje revizyonlarının minimize edilmesi için değişikliklerin sebeplerinin ve mekanizmasının anlaşılmasını amaçladıkları çalışmalarında Tayvan’da 2000 yılından önce yapılan 90 kamu inşaat projesi verilerine dayanarak revizyon sebeplerini kategorize etmişlerdir. Yazarlar revizyon sebeplerini; teknik ve yönetim kaynaklı olarak iki ana başlık altında toplamışlardır. Çalışmada teknik sebepler başlığı; planlama ve tasarım, zemin koşulları, güvenlik koşulları ve doğa olayları şeklinde sınıflandırılmıştır. Yönetim sebepleri başlığı ise; yönetmelik değişiklikleri, karar verme otoritesinin değişmesi, işin sahibinin değişmesi, projenin yapıldığı yerde

yaşayanların/çevrenin talepleri şeklinde sınıflandırılmıştır. Yazarlar, revizyonların sebepleri ve sonuçları arasındaki ilişkiyi belirlemek için korelasyon ve varyans analizini kullanmışlardır. Analiz sonuçlarından proje revizyon sebeplerinin en çok tasarım ve planlama kaynaklı olduğu, kamu inşaatlarında bu nedenle %10-17 arasında maliyet artışları görüldüğü, kullanıcı ve çevrenin ihtiyaçlarının tasarım aşamasında hesaba katılması gerektiği, proje tipinin de revizyona neden olduğu ve projelerin yönetilirken karakteristiğinin/projenin kendine has özelliklerinin de dikkate alınması gerektiği saptanmıştır.

Oladapo (2007), 50 proje katılımcısına (müteahhit, danışman ve müşteri) uyguladığı anket ile proje revizyonlarının sebepleri ve etkilerini araştırmıştır. Bu kapsamda yazar, tamamlanan 30 bina projesinin süre ve maliyet verilerini kullanarak revizyonları önem endekslerine göre sıralamıştır. Yazar, verileri SPSS istatistik paketi kullanılarak analiz etmiş ve hipotezlerin geçerliliği için ise F ve t testini kullanmıştır. Sonuçlar, revizyonların proje süresi ve maliyeti açısından önemli bir etkiye sahip olduğunu ve incelenen projeler için proje süresi ve maliyetinde gecikme ve artışların yaklaşık olarak sırasıyla %79 ve %68' ini oluşturduğunu göstermiştir. Yazar, proje tipi ve büyüklüğünün ise maliyet ve süre aşımına neden olan revizyonlar üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir. Çalışmada ayrıca, özellikle şartnameler ve proje gereklilikleri doğrultusunda müşteri ve danışman tarafından istenen bir takım taleplerin, revizyonların en önemli sebebi olduğu belirtilmiştir. Yazar yapılan bu revizyonların altında yatan temel faktörleri ise; müşterinin finansal durumundaki değişiklikler, müşteri gereksinimlerindeki değişiklikler, tasarım hataları ve sözleşme dokümanlarını hazırlarken zamanın kısıtlı olması başlıkları altında toplamıştır.

Günhan ve diğerleri (2007) çalışmalarında, 1999 ile 2004 yılları arasında yapılan okul projeleri için gerçekleşen 6585 revizyonu 5 kategoriye ayırarak analiz etmişlerdir. Yazarlar bu kategorileri; mal sahibi/müşteri kaynaklı revizyonlar, yönetmeliğe uyum konularından kaynaklı revizyonlar, sözleşme dokümanının hazırlanması sırasında yapılan ihmallerden ya da hatalardan kaynaklı revizyonlar, keşfedilen veya değişen koşullardan kaynaklı revizyonlar ve diğer nedenlerden kaynaklı revizyonlar şeklinde sıralamışlardır. Çalışma sonucunda yazarlar, önleyici tedbirler alınarak revizyonlardan kaynaklanan maliyet artışlarının azaltılabileceğini vurgulamışlardır. Bu tedbirler çalışmada; doğru inşaat yönetimi firmasının seçimi, proje kapsam/amacının erken safhada tanımlanması, inşa

edilebilirlik ve keşif çalışmaları açısından sözleşme faaliyetlerinin etkili yönetimi şeklinde sıralanmıştır. Yazarlar, bu önlemlerin alınması durumunda okul yapım projelerinin sözleşme bedellerini %5 düzeyini aşmadan tamamlanabileceğini belirlemişlerdir.

Enshassi ve diğerleri (2010), literatür çalışması ile belirledikleri 64 adet revizyon sebebini dikkate alarak, Gazze Şeridinde 36 inşaat firması, 25 danışman firma ve 15 mal sahibi/müşteri ile yaptıkları anket çalışması ile tamamlanmış inşaatların proje revizyon sebeplerini analiz etmişlerdir. Ankette revizyon sebeplerinin önemini belirlemek için beşli Likert ölçeğini kullanmışlardır. Analiz sonucunda en önemli revizyon sebepleri olarak; malzemelerde ve ekipman yedek parçalarında yaşanan eksiklikler, danışman kaynaklı tasarım değişiklikleri, danışmanın güncel malzeme bilgisi eksikliği, tasarım sırasında yaşanan hata ve ihmaller, sözleşme dokümanlarındaki uyumsuzluklar, mal sahibinin finansal problemleri, proje paydaşları arasında koordinasyon eksikliği, uluslararası danışmanların yerel marketler için yetersiz şartname kullanımı, kurum iç politikaları ve şartnamelerde mal sahibi/müşteri kaynaklı yapılan değişiklikler şeklinde sıralanmıştır. Çalışma sonucunda proje revizyonlarının en önemli kaynağının danışmanlar ve ardından mal sahibinin istekleri olduğu sonucuna varılmıştır.

Sunday (2010), çalışmasında literatür çalışması ile belirlediği 53 adet revizyon sebebini dikkate alarak yapmış olduğu anket çalışması ile, birinci ve ikinci sınıf kamu müteahhitlerinin yaptığı inşaatlarda potansiyel proje revizyon eğilimlerini, kurum içi personel ve danışmanlar açısından incelemiştir. Yazar, literatürden belirlediği revizyon sebeplerinin inşaat sektörüne uygulanabilirliğini görece önem indeksi ile incelemiştir. Bu doğrultuda kamu projelerinde görev alan 58 kurum içi personel, danışman ve yükleniciye revizyon eğilimleri ile ilgili bir anket çalışması yapılmıştır. Kurum içi 30 personel, 18 danışman ve 10 yükleniciden toplanan anket verileri ile yapılan analiz sonucunda, danışman ile yürütülen projelerin revizyon oranının, kurum içi personelin yürüttüğü projelere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kurum içi personelin yürüttüğü inşaat işleri ile danışmanlık hizmeti ile yürütülen inşaat işlerinde ilk sözleşme bedeli ile iş artışı sonucu oluşan maliyet arasında anlamlı bir farklılığın olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada danışmanlık hizmeti alınan işlerde maliyet artışlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Serag ve diğeri (2010) çalışmalarında, Florida'da büyük ölçekli inşaat projelerinde proje revizyonu nedeniyle gerçekleşen maliyet artışlarını tahmin eden istatistiksel bir model oluşturmuşlardır. Model, sözleşme değerleri 10 ile 25 milyon dolar arasında ve maliyet artışları %1 ile %15 arasında değişen 16 adet inşaat projesi verilerine dayanılarak oluşturulmuştur. Yazarlar belirledikleri 11 adet revizyon sebebinin maliyet artışı üzerindeki etkisini incelemişler ve revizyonun maliyet artışına neden olan en önemli parametrelerini; revizyonun zamanlaması ve öngörülmeyen koşullardan kaynaklanması şeklinde tespit etmişlerdir. Çalışmada sözleşme bedelini %1 ile %5 arasında ve %5 ile %15 arasında artıran revizyonlar incelenerek iki ayrı model oluşturulmuştur.

Alnuaimi ve diğeri (2010) çalışmalarında, Umman kamu inşaatlarında proje revizyonlarının sebeplerini ve inşaat sürecine etkilerini araştırarak ilgili problemlerin hafifletilmesi için çözüm önerileri oluşturmuşlardır. Çalışmada proje revizyonlarına neden olan en önemli faktörlerin müşterinin talepleri ve tasarım değişiklikleri olduğu, bu faktörlerden sonra ise inşaat/yapım el kitabı ve prosedürlerine (şartname ve sözleşmeler) ulaşılamamasının da önemli oranda revizyona sebep olduğu belirlenmiştir. Yazarlar, revizyonların inşaat projelerinde en önemli etkisinin ise süre uzaması, maliyet artışı ve anlaşmazlıklar şeklinde kendisini gösterdiğini ileri sürmüşlerdir. Proje revizyonlarında en büyük faydayı yüklenicinin sağladığı, rekabet olmadan işin maliyet artışına gidilmesinin yükleniciye ek gelir sağladığı, mal sahibi açısından ise proje revizyonlarının işin tesliminden sonra yapının kullanımı ile ilgili problemleri minimize ettiği çalışmada vurgulanmıştır.

Homaid ve diğeri (2011), Suudi Arabistan'da inşaat projelerinde gerçekleşen revizyonların sebepleri ve etkilerini inceledikleri çalışmalarında revizyonların 21 nedeni ve 11 potansiyel etkisinin sıklığı, ağırlığı ve önemini araştırmışlardır. Bu amaçla yazarlar, mal sahipleri, danışmanlar, yol inşaatı yüklenicileri ile su ve kanalizasyon inşaatı yüklenicilerinden anket uygulaması ile veri toplamışlardır. Çalışmada revizyonların 11 önemli sebebi ve 7 önemli etkisi tespit edilmiş olup, revizyonlardan kaynaklanan ortalama maliyet artışı %11,3 olarak bulunmuştur. Mal sahibinin gereksinimlerinin proje revizyonunun en önemli sebebi olduğu belirtilen çalışmada, ikinci önemli sebep ise yetersiz saha araştırması ve yetersiz jeolojik araştırmalar olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Projelerde yapılan revizyonların en önemli etkileri ise; maliyet aşımı, çalışmanın kesintiye

uğraması, üretkenlik ve verimlilik kaybı, alt sözleşmelerde değişiklik ve malzeme israfı şeklinde çalışmada vurgulanmıştır.

Pourrostan ve diğerleri (2011), İran'da Islamic Azad University (IAU) bünyesindeki inşaatta işveren ve müteahhit olarak görev yapan kişilere uyguladıkları anket çalışması ile, revizyon sebepleri, etkileri ve revizyon kontrol prosedürlerini araştırmışlardır. Çalışmada en önemli revizyon sebepleri; yüklenicinin finansal zorlukları, önceki inşaat sözleşmeleri ve taşeronlar ile ilgili gecikmeler, işin hızlandırılması, kalite gereksinimleri, kötü hava koşulları ve malzeme eksikliği olarak tespit edilmiştir. Revizyonların en önemli etkileri ise; işin süresinin uzaması, yüklenici için ek gelir, işveren ve yüklenici arasında anlaşmazlıkların yaşanması ve proje maliyetinde artışların yaşanması şeklinde belirlenmiştir.

Memon ve diğerleri (2014) çalışmalarında, inşaat revizyon sebeplerini ve etkilerini/sonuçlarını araştırmışlardır. Yazarlar bu amaç doğrultusunda, ayrıntılı bir literatür taraması ile 18 sebep ve 9 etki/sonuç maddesi içeren bir anket formu oluşturmuşlar ve anketi müşteri temsilcileri, Malezya Kamu İşleri Ofisi'ne iş yapan yüklenici ve danışmanlara uygulamışlardır. Dağıttıkları 200 ankete karşılık 101 geri dönüş almışlardır. Toplanan anket verileri SPSS ve Ortalama Endeks formülü ile analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda Malezya inşaat sektöründe proje revizyonlarına sıkça başvurulduğu ve bunun en önemli sebepleri olarak ise; ekipman yetersizliği, kötü işçilik, tasarım karışıklığı ve programda yaşanan değişiklikler olduğu belirlenmiştir. İnşaat sürecinde yapılan revizyonların en önemli etkileri/sonuçları ise çalışmada projenin tamamlanmasının gecikmesi, lojistik gecikmeler ve maliyet artışları şeklinde vurgulanmıştır.

Jadhav ve Bhirud (2015) çalışmalarında, Hindistan'ın Pune şehrinde, inşaat projelerinde minimum 5 yıl deneyimli mühendisler ile müşteri, danışman, yüklenici ve diğer faktörler üzerine temellendirdikleri anket çalışması ile inşaat sektöründe proje revizyonlarının sebepleri, sonuçları/etkileri ve bunları minimize edecek proaktif önlemlerin neler olabileceğini araştırmışlardır. Çalışmada mal sahibinin ek iş yada tasarım değişikliği talebi en önemli revizyon sebebi olarak tespit edilmiştir. Yazarlar tasarım aşamasına yüklenicinin katılmamasının ise inşaat yapım sürecinde projenin anlaşılmasına sebep olduğunu; yüklenici ve danışmanların projelendirme aşamasında eksik iletişimlerinin de gerçekçi

olmayan tasarımların oluşmasına yol açtığını ve bütün bunların da revizyonları beraberinde getirdiğini ifade etmişlerdir. İnşaat aşamasında yapılan revizyonların etkisi/sonucu ise çalışmada maliyet ve süre artışı olarak tespit edilmiştir. Revizyonların etkisini minimize edecek proaktif önlemler konusunda ise; iş konusunda yetkin kişilerle görüşmenin, planlama tekniklerini kullanmanın ve haftalık veya aylık raporlar hazırlamanın önemine vurgu yapılmıştır.

Oyewobi ve diğerleri (2015), tamamlanmış 30 adet eğitim yapısını dikkate alarak ve 90 proje paydaşına anket uygulayarak proje revizyonlarının sebeplerini ve proje teslimine etkilerini/sonuçlarını incelemişlerdir. Yazarlar, çalışmalarında proje revizyonlarının sebeplerini kategorize etmek için faktör analizini, revizyonların proje teslimine etkilerini değerlendirmek için sıklık indeksini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda; proje revizyonlarının temel sebebi olarak; müşteri isteklerinin yanlış yorumlanması, zayıf teknoloji uygulanması, kötü sözleşme prosedürleri, ihmal, danışman sebepli revizyonlar, yanlış bilgilendirme, yetersiz kaynak miktarı, müşterinin tutarsızlığı, sözleşme yönetimindeki eksiklikler, koordinasyon eksikliği, yetersiz iş ayrımı, farklı yapım projelerinin aynı anda yürütülmesi, karışık çizim detayları ve yüklenici isteklerinden kaynaklanan 13 temel revizyon sebebi tanımlanmış olup; bu revizyonların sonucunda proje maliyet ve süresinin oldukça etkilendiği ve ortalama olarak maliyette %33,95 ve sürede %29,45 artış gözlemlendiği, müşteri memnuniyetsizliğinin oluşabildiği, projenin yeniden ele alınmasına, düzeltilmesine veya vazgeçilmesine neden olabilecek sonuçlara yol açabileceği ifade edilmiştir.

Choi ve diğerleri (2016) çalışmalarında, kullanımı oldukça yaygınlaşan hızlandırılmış sözleşme hükümleri kapsamında yapılan işlerin proje revizyonları üzerindeki etkisini belirlemek istemişlerdir. Çalışmada revizyonların süre ve maliyet performansı üzerine etkisi araştırılmıştır. Yazarlar, Kaliforniya'da tamamlanan 1372 otoyol iyileştirme projesini iki aşamalı araştırmaya uyarlamışlardır. Birinci aşamada hızlandırılmış sözleşme hükümlerinin proje revizyonuna etkileri incelenmiştir. İkinci aşamada proje revizyonlarının süre maliyete etkisi sayısal olarak modellenmiştir. Çalışmada hızlandırılmış sözleşme ile yapılan projelerin geleneksel sözleşme ile yapılan projelere göre daha fazla süre ve maliyet artışına sebep olduğu gözlemlenmiştir.

Staiti ve diğeri (2016) çalışmalarında, Batı Şeria inşaat sektöründe revizyonların proje performansı üzerindeki etkisini araştırarak, imalat sürecinde revizyonları minimize edecek proaktif önlemler üzerinde odaklanmışlardır. Yazarlar, anket uygulaması ve uzman görüşmelerinden elde ettikleri verileri SPSS paket programını kullanarak, çeşitli istatistiksel testler (frekans, ortalama, standart sapma ve Ki Kare testi) ile analiz etmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında revizyonların; finansal problemler, fikir değişikliği, mal sahibinin talebi ile uyumsuz tasarım gibi sebeplerle en çok mal sahibi kaynaklı olduğunu tespit etmişlerdir. Danışman kaynaklı revizyonlar ise; tasarım sırasında yapılan hatalar ve eksiklikler ile şartname ve sözleşme dokümanlarında ifade edilen çelişkiler şeklinde belirtilmiştir. Çalışmada revizyonların en önemli etkisinin ise süre ve maliyet artışında görüldüğü, paydaşlar arasında problemler oluşmasına ve ödemelerde erteleme ve benzeri sorunlar yaşanmasına neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Ahmed ve diğeri (2016) çalışmalarında, Suriye devletine ait rastgele seçilen 40 kamu yapısına ait sahada yer alan paydaşlardan elde edilen bilgileri; SPSS paket programı, Visual Basic programlama dili ve çeşitli istatistik yöntemler kullanarak, proje revizyonlarının süre ve maliyet artışı üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmada en çok proje revizyonuna sebep olan paydaşın yapı sahibi olduğu (%60) ve en büyük kusurun da kötü yönetim kaynaklı olduğu tespit edilmiştir. En önemli 5 proje revizyon sebebi olarak ise; mal sahibi kaynaklı kötü yönetim, yetersiz sözleşme yönetimi, malzeme değişikliği, mal sahibinin hatalı müdahaleleri ve tasarımcı hatası şeklinde çalışmada sıralanmıştır. Proje revizyonlarından kaynaklı maliyet artışının ortalama %31 seviyesinde olduğu, süre artışının ise ortalama %29 civarında olduğu çalışma sonucunda tespit edilmiştir.

Kolawole ve diğeri (2016), Nijerya'nın kuzeyinde yer alan kamu inşaatlarında; müşteri, danışman ve yüklenicilerden oluşan 400 proje paydaşına yönelik anket ile proje revizyonlarının sebepleri ve sonuçlarını araştırmışlardır. Anketin temelini; konu ile ilgili literatürde tanımlanan 33 proje revizyon sebebi ve bu revizyonlardan kaynaklanan 19 etki/sonuç oluşturmuş olup, 323 paydaş (%80) ankete cevap vermiştir. Çalışma sonucunda müşteri ve danışmanların proje revizyonlarında önemli ölçüde sorumlu oldukları, yeterli proje planlamasının yapılması, yapı bilgi modellemesi (BIM) sisteminin uygulanması, kararların zamanında verilmesi ve uzman yapı profesyonelleri ile çalışılmasının proje revizyonlarını minimize edeceği belirtilmiştir.

Eigbe (2016), Nijerya' da farklı jeopolitik bölgelerde 2010 ve 2015 yılları arasında tamamlanan kamu inşaatlarında yaygın olarak yapılan proje revizyonlarının sebepleri konusunda, proje paydaşları ve uzmanlarına uyguladığı anket çalışması ile yetersiz ve yüzeysel hazırlanan sözleşmelerin plan/proje de çeşitli değişikliklere sebep olduğunu, proje revizyon talebinin en çok mal sahibinin taleplerinden kaynaklandığını tespit etmiştir. Çalışmada danışman kaynaklı değişikliklerin ise tasarım değişikliklerinden, tasarım sırasında yapılan hatalardan veya ihmallerden kaynaklandığı belirlenmiştir.

Love ve diğerleri (2017), Avusturalya' da 2011 ve 2014 yılları arasında tamamlanan yol, demiryolu, tünel, bina, su yapısı, enerji santraline ait, geleneksel inşa yöntemi, tasarla ve inşa et yöntemi ve diğer inşa yöntemleri ile ihale edilen 67 kamu inşaat projesinin; sözleşme yöntemleri, orijinal sözleşme değerleri, kesin hesap değerleri, yüklenici kâr marjı, toplam iş artışı onayları ve iş sonu yüklenicinin kâr marjını içeren belgeleri kullanarak inşaat projelerinin maliyet performansını analiz etmişlerdir. Yazarlar, bir mülkün inşasında sözleşmeden sonra yapılan revizyonların proje maliyetini ortalama %23,75 oranında artırdığını tespit etmişlerdir. Bu revizyonların gerçekleşme olasılığını ise %73 olarak belirlenmiştir. Önceki çalışmalarla uyumlu olarak çalışmada maliyet artışlarının büyüklüğü; sözleşme değeri, proje tipi ve tedarik yöntemi arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Yazarlar, projenin büyüklüğü ile revizyon maliyetinin ilişkili olduğunu, daha büyük projelerde daha büyük maliyet artışlarının olabileceğini ve yüklenicinin kazancı ve revizyon artışları arasında ise pozitif bir ilişkinin olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada maliyeti artırmaya yönelik eğilimi azaltmak için kamuda inşaatların teslim sürecinin yeniden ele alınması gerektiği belirtilmiştir. Revizyonları azaltmak için ise; yüklenicinin tasarım sürecine olabildiğince erken dâhil edilmesi, çeşitli teşviklerin sağlanması ve açık ihale yönteminin uygulanması gerekli adımlar olarak belirlenmiştir.

Hanna ve Iskandar (2017) çalışmalarında, 68 elektrik ve mekanik yapım işinin proje revizyon bilgilerini kullanarak süre ve maliyet artışı tahmini yapan bir model geliştirmişlerdir. Çalışmada, bağımsız değişkenler olarak verimlilik, mal sahibi kaynaklı değişiklikler, proje müdürünün proje üzerine çalışma süresi, firma yönetim etkisi, firmanın iş hacmi parametreleri kullanılmış ve regresyon modeli oluşturulmuştur. Araştırmada kurulan modelin geçerliliği test edilmiş ve modelin %14 hata payı ile revizyondan kaynaklı süre ve maliyet artışı tahmini yapabildiği tespit edilmiştir.

Khanzadi ve diğeri (2017) çalışmalarında, proje revizyon sebeplerinin bağımsız olmaktan ziyade birbirleri ile etkileşim halinde olduklarını ve bu nedenle analiz için bulanık bilişsel haritalama yönteminin (Fuzzy Cognitive Map-FCM) kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında FCM yöntemi ile revizyonların ana ve alt sebeplerini etkileşimli olarak analiz edebilen bir model oluşturmuşlardır. Bu şekilde revizyonları önlemeyi ve proje performansı üzerindeki negatif etkilerini azaltmayı amaçlamışlardır. Çalışmada revizyonların sebepleri; mal sahibi kaynaklı, danışman kaynaklı ve diğeri sebepler olmak üzere 3 grupta sınıflandırılmıştır. Mal sahibinden kaynaklanan sebepler; karar değişiklikleri, yüklenicinin finansal durumu, plan ve kapsam değişiklikleri, malzeme ve prosedür değişiklikleri, şartname değişiklikleri ve program değişiklikleri olarak sıralanmıştır. Danışman kaynaklı sebepler ise; deneyim eksikliği, tasarımdan önce yetersiz saha araştırması, tasarım değişiklikleri, tasarım hataları, sözleşme hükümlerindeki hatalar ve kötü koordinasyon olarak belirlenmiştir. Öngörülemeyen problemler, güvenlik konuları, hava şartlarındaki değişiklikler ise diğeri sebepler başlığı altında toplanmıştır. Yazarlar, önerdikleri FCM yaklaşımını gerçek bir inşaat projesi üzerinde uygulayarak yöntemin performansını test etmişlerdir. Yazarlar, FCM yaklaşımının revizyon sebeplerini karmaşık ilişkilerini de dikkate alarak analiz etmede güçlü bir araç sunduğunu tespit etmişlerdir.

Senouci ve diğeri (2017) çalışmalarında, Katar'da inşaat projelerinde gerçekleşen proje revizyonlarının ana sebeplerini ve bu revizyonların maliyet artışlarına etkisini araştırmışlardır. Yazarlar ticari ve konut projelerinden oluşan 22 adet yapıya ait 1122 proje revizyon verilerini Pearson korelasyon ve varyans analizi (ANOVA) yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Çalışmada maliyet artışına sebep olan revizyonların %54,16' sının tasarım aşamasında ve %45,84' ünün ise yapım aşamasında gerçekleştiği tespit edilmiştir. Yazarlar literatürden tespit ettikleri revizyon sebeplerini mevcut projelere uyguladıklarında; mal sahibinin plan ve kapsam değişikliği isteklerinin maliyetleri %16,64 oranında artırdığını, saha şartlarından kaynaklanan revizyonların maliyet artışına katkısının %10,96 olduğunu, ilave olarak yüklenicinin deneyim eksikliğinin %10,82 ve yerel hükümetin yeni kurallarının %8,80 oranında maliyetleri artırdığını belirlemişlerdir. Çalışmada ayrıca projenin sözleşme değerine bağlı olarak revizyon kaynaklı maliyetleri tahmin edebilen bir regresyon modeli oluşturulmuştur.

Ma ve diğ erleri (2017), yaptıkları ç alışma ile Ç in’de tasarım-ihale-inşa yönteminin proje revizyonlarına ve maliyet artışlarına sebep olduğunu belirlemişlerdir. Yazarlar yeni bir inşa yöntemi olan entegre proje teslimi ile tasarım aşamasına yükleniciyi de dahil ederek oluşabilecek revizyonların önüne geçilebileceğini vurgulamışlardır. Bu amaç doğrultusunda, tamamlanmış 21 proje ve yeni yapılan 1 projeye ait verileri modeli oluşturmak için kullanmışlardır. Ç alışmada proje revizyonlarını azaltacak entegre proje teslimi temelli teşvik edici bir model ile tasarımcı ve yüklenici açısından olası revizyonların henüz tasarım aşamasında tespitinin bu sayede mümkün olabileceği vurgulanmıştır. Kurulan modelin eldeki projelere uygulanması sonucunda ise proje revizyon ihtiyaçlarının ve maliyet artışlarının azaldığı tespit edilmiştir. Yazarlar ayrıca, yüklenici ve tasarımcının inşa süreci öncesinde tespit ettikleri revizyonlar için ise teşvik edilmelerinin gerekliliğine de vurgu yapmışlardır.

Shrestha ve diğ erleri (2017) ç alışmalarında, Kenya’da 614 yol bakım projesinde gerçekleşen proje revizyonlarının maliyet üzerindeki etkisini araştırmışlar ve proje revizyonlarının maliyetleri ortalama %13,07 oranında artırdığını belirlemişlerdir. Yazarlar ç alışmada proje büyüklüğü ve revizyon sayısı arasında Pearson Korelasyon analizi yaparak negatif korelasyon tespit etmişlerdir. Revizyonların en çok ç akıl yama işlemleri içeren projelerde görüldüğü, yol onarım işlerinde ise maliyeti en çok artıran revizyonların su yolu kurulum işlerinde gerçekleştiği tespit edilmiştir. Ayrıca onarım işlerinde gerçekleşen revizyonların süre ve maliyete etkisinin yeni yapım işleri ile benzerlik gösterdiği de ç alışmada vurgulanmıştır.

Shrestha ve Maharjan (2018), Teksas’ta maliyeti 10 milyon doların üzerinde 185 yapım ve onarım işini içeren verileri kullanarak, proje revizyonlarındaki artış ile süre ve maliyet artışı arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Yazarlar bunun için Pearson Lineer Korelasyon analizi ve Spearman Korelasyon analizi yöntemlerini kullanmışlardır. Ç alışmada proje revizyonlarındaki artış ile süre ve maliyet artışları arasında pozitif korelasyon belirlenmiştir. Maliyet artışında korelasyon katsayısı 0,57 ve süre artışında ise 0,44 olarak tespit edilmiştir. Proje revizyonlarının oranı %5’ in üzerine çıktığı zaman revizyonların süre ve maliyet üzerindeki etkisinin önemli oranda artış gösterdiği de ç alışma ile belirlenmiştir. Ç alışmada ayrıca revizyonların sayısı ile süre ve maliyet artışı arasında yine önemli pozitif korelasyon belirlenmiş, revizyon sayısının 20’ nin üzerine çıktığı durumlarda süre ve maliyet artışının da önemli derecede yükseldiği görülmüştür.

Shrestha ve diğerkleri (2018), Nevada’da 95 yeni okul projesini, proje revizyonlarının süre ve maliyet artışına etkisini belirledikleri çalışmalarında, Nevada’ nın Clark bölgesine ait okul yapımından sorumlu tesisler birimi olan bina departmanından aldıkları 95 yeni okul projesine ait verileri analiz etmek için tanımlayıcı istatistikleri ve regresyon analizini kullanmışlardır. Yazarlar çalışmalarında; beklenmedik koşullardan, devlet kurumlarından, tasarım yetersizliğinden ve proje sahibinin isteklerinden kaynaklı olmak üzere dört çeşit proje revizyon sebebi belirlemişlerdir. Yazarlar, çalışmalarında olasılık eğrileri oluşturarak ortalama proje revizyon oranını %4 olarak belirlemişler ve bu oran aşıldığında süre ve maliyet artışında ciddi yükselmeler görüldüğünü tespit etmişlerdir. Proje revizyonlarının süre ve maliyete etkisi incelendiğinde ise süre artışı oranlarının maliyet artışlarından daha fazla olduğu tespit edilmiştir.

Shrestha ve Zeleke (2018) çalışmalarında, Amerika’nın Nevada eyaletinde 161 okul binasının 1 milyon Amerikan doları tutarındaki onarım işlerinde proje revizyonlarının süre ve maliyet artışı üzerine etkisini incelemişlerdir. Yazarlar, okul binalarının onarımı kapsamında maliyet artışının ortalama olarak %3,56 düzeyinde olduğunu ve işlerin dörtte üçünde proje revizyonundan kaynaklı maliyet artışlarının görüldüğünü belirlemişlerdir. Ayrıca, işlerin %40’ında proje revizyonlarından kaynaklı süre uzatımı ile karşılaşıldığını tespit etmişlerdir. Yazarlar ilave olarak, öngörülmeven koşullar (%1,45) ve tasarım değişikliklerinin (%1,36) ise mal sahibinin istekleri ile yapılan revizyonlara (%0,75) göre daha yüksek maliyet artışlarına sebep olduğunu belirlemişlerdir. Çalışmada; mal sahibi istekleri, tasarım değişiklikleri ve öngörülmeven koşulların aynı zamanda süre artışlarına da sebep olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca bütçesi 5 milyon doları aşan işlerde proje revizyonlarının sayısında artış görüldüğü de tespit edilmiştir.

Alshdiefat ve Aziz (2018) çalışmalarında, Ürdün inşaat sektöründe yer alan özel sektör firmaları ile yapılan görüşmeler ve buradan elde ettikleri verileri kullanarak uyguladıkları anket çalışması ile projelerde maliyet ve süre artışlarına sebep olan proje revizyonlarının sebeplerini incelemişlerdir. Görüşmelerde aldıkları yanıtları analiz etmek için içerik analizini, anket sonuçları için ise faktör analizi, korelasyon ve yoğunluk indeksi yöntemlerini kullanmışlardır. Görüşme sonuçlarından yazarlar; tasarım hatalarını, müşteri isteklerini, tahmine dayalı hataları, sözleşmedeki tutarsızlıkları, malzeme yetersizliklerini, saha koşullarını, tasarım ve yapım arasında geçen sürede yaşanan gecikmeleri proje revizyon sebepleri başlığı altında sıralamışlardır. Çalışma sonucunda ise proje revizyon

sebepleri; mühendislik kaynaklı sebepler, müşteri kaynaklı sebepler ve proje koşullarından kaynaklı sebepler olmak üzere üç kategoriye ayrılmış olup, müşteri kaynaklı sebeplerin en önemli revizyon sebebi olduğu belirlenmiştir.

Maluleke (2018) çalışmasında, Güney Afrika inşaat sektöründe yer alan 150 inşaat profesyoneline uyguladığı ve 105 geri dönüşüm sağladığı anket çalışması ile projelerde süre ve maliyet artışına sebep olan proje revizyon sebeplerini araştırmış ve revizyonların önlenmesi için çeşitli öneriler sunmuştur. Anket sonuçlarına göre; tasarım, plan ve şartname değişiklikleri, yetersiz şartnameler, tasarım hataları, metraj hataları, mal sahibinin yaşadığı finansal zorluklar, yetersiz detay çizimleri proje revizyonlarının sebepleri olarak belirlenmiştir. Ayrıca artan proje maliyetleri, sürenin uzaması, mal sahibi ve müteahhit arasındaki anlaşmazlıklar, maliyetlerin artması, sağlık veya güvenlik problemleri ile müteahhide ödeme yapılmamasının da proje revizyonlarına sebep olduğu vurgulanmıştır. Çalışmada proje revizyonlarının önüne geçebilmek ve bu revizyonların süre ve maliyete olan etkisini minimize edebilmek için; tasarımın, çizim ve planların gözden geçirilmesinin, yeterli finansal planlamanın yapılmasının, inşaat öncesinde ve sırasında yapım alanının iyi incelenmesinin, proje revizyonları konusunda uzman kişilerle görüşülmesinin, mal sahibinin talimatlarına müteahhitin bağlı kalmasının, taraflar arasında ihtilaflara yol açmayacak açık bir sözleşme sağlanmasının, değişikliklerin hızlıca uygulanmasının, müteahhidin proje takımı ile henüz tasarım aşamasında projenin ele alınması için katılımlarının sağlanmasının önemli olduğu vurgulanmıştır.

Rachid ve diğerleri (2019) yaptıkları çalışmada, Cezayir'deki altyapı tesislerine ait inşaat projelerinde süre artışlarına sebep olan revizyonları incelemişlerdir. Çalışmaya ait veriler otoyol, baraj, su yapıları inşaat işinde görev alan 16 mal sahibi kurum, 16 yüklenici ve 20 danışman ile yapılan mülakatlardan ve yine bu kişilere uygulanan anket çalışmasından elde edilmiştir. Çalışmada verilerin analizi için Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda süre uzatımlarına neden olan 59 sebep tanımlanmış olup, en önemli 5 sebep; revizyonların yavaş yapılması, gerçekçi olmayan sözleşme süreleri, ilave revizyonlar, ödeme gecikmeleri ve planlama hataları şeklinde belirlenmiştir.

Khalifa ve Mahamid (2019) yaptıkları çalışmada, Suudi Arabistan'daki kamu inşaat projelerinde, literatürden belirledikleri 21 proje revizyon sebebini listeleyerek anket haline getirmişler ve proje revizyonlarının sebeplerini araştırmışlardır. Yazarlar anketi 40

yüklenici ve 40 danışmana uygulamışlar ve belirlenen faktörleri önem derecelerine göre sıralamışlardır. Anket sonuçlarına göre; mal sahibinin ek işleri, tasarımdaki eksiklikler ve hatalar, inşaat tarafları arasındaki koordinasyon eksikleri, kusurlu işçilik ve mal sahibinin mali zorluklarının proje revizyonlarının en büyük sebepleri olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca, mal sahibinin ek istekleri, tasarımdaki eksik ve hatalar ile koordinasyon eksikliğinin revizyona neden olan en önemli üç sebep olduğu da belirlenmiştir.

Khalafallah ve Shalaby (2019) çalışmalarında, proje türü ve büyüklüğünün yaşanan revizyonlar ile ilişkisini ve bu sebeplerin süre ve maliyet artışı üzerindeki etkisini ölçmüşlerdir. Yazarlar proje revizyonlarının bu tip olumsuz etkilerini azaltmak için ve modelin uygulanabilirliğini göstermek için 38 kamu yapım projesinin içerdiği 67 revizyondan faydalanarak bir yazılım geliştirmişlerdir. Çalışmada; iş kapsamının eksik tanımlanması, müşterinin finansal problemleri, tasarım değişiklikleri, tasarım hataları, planlanmamış kesintiler, yöneticiler arası koordinasyon eksikliği ve sözleşme dokümanlarındaki tutarsızlıklar revizyonların teknik sebepleri olarak tanımlanmıştır. Çalışma sonucunda yazarlar en fazla revizyon sebebinin iş kapsamının eksik tanımlanması olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Shrestha ve Fathi (2019) çalışmalarında, tasarım ve inşa (design-built (DB)) yöntemi ile inşa edilen projelerin revizyon kaynaklı süre ve maliyet artışı performanslarını ve revizyon sayısının proje büyüklüğü ile ilişkisini araştırmışlardır. Yazarlar verileri Amerika Tasarım ve Yapım Enstitüsü (Design Build Institute of America) kurumundan okul, kampüs, ofis, sınıf, kütüphane, laboratuvar gibi yapıların inşa sürecinde süre, maliyet ve revizyon bilgilerinden temin etmişlerdir. Süre, maliyet ve revizyonlar dikkate alınarak tasarım ve inşa (DB) yöntemi ile yapılan 125 yapı projesini tasarım, ihale ve inşa (design-bid-built (DBB)) yöntemi ile yapılan yapılarla karşılaştırarak değerlendirmişlerdir. Yazarlar, DB yönteminde tasarımcının, tasarım aşamasında inşaat personelinden geri bildirim alabilmesinin revizyon ihtiyacını azalttığını belirlemişlerdir. Araştırma sonuçlarından DB yöntemi ile yapılan binalarda, DBB yöntemine göre daha az revizyon ihtiyacı görüldüğü tespit edilmiştir. Ayrıca, DB yöntemiyle yapılan binalarda maliyet aşımı olan projelerin yüzdesinin (%21), maliyetin altında kalan veya planlanan bütçe ile tamamlanan projelerden (%79) önemli ölçüde daha düşük olduğu görülmüştür. Ek olarak, süre-maliyet aşımına sahip projelerdeki revizyonların yüzdesinin, süre-maliyet aşımını olmayan projelerdekinden önemli ölçüde daha yüksek olmadığı, revizyon sayısının proje boyutu ile

orantılı arttığı bulgularına ulaşılmıştır. Yazarlar DB proje teslim metodunun DBB metoduna göre revizyon sayıları, maliyet ve süre etkisi yönünden daha avantajlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Padala ve diğerleri (2020) çalışmalarında, Hindistan'da metro istasyonları, ticari binalar ve konut yapılarını kapsayan 19 yapım projesinde gerçekleşen 3951 revizyon verisine dayanarak revizyonların sebep ve etkileri üzerine araştırma yapmışlardır. Yazarlar bu kapsamda öncelikle literatürden 85 revizyon sebebi ve 45 revizyon etkisini belirlemişlerdir. Çalışmada vaka analizi yöntemi ile revizyon yönetim planlarının hazırlanması sürecini ve proje ekibinin verimliliğini ve etkinliğini etkileyecek revizyon sebepleri sınıflandırılmış ve bunların projeler üzerindeki olası sonuçları incelenmiştir. Yazarlar revizyon sebeplerinin %33' ünün müşteri taleplerinden, %21' inin tasarım değişikliklerinden, % 23' ünün mekanik ve elektrikli aygıtların kurulumundan, % 10' unun inşa süreçlerinden, %10' unun dış saha imalatlarından ve %3' ünün ise performans değişikliklerinden kaynaklandığını belirlemişlerdir. Bu revizyonların neticesinde projelerde süre artışının %47 ile %121 arasında, maliyet artışının ise %13 ile %28 arasında değiştiği çalışmada vurgulanmıştır.

Kim ve diğerleri (2020) çalışmalarında, ofis tipi yapılara ait 27 onarım işi ve bu işlere ait; tavan, zemin, duvar kaplama, doğramacılık, mobilya, elektrik ve mekanik işleri ile sıhhi tesisat aktivitelerinde belirledikleri 517 revizyonu; revizyon tanımı, sebebi ve maliyetine göre katagorize etmişlerdir. Yazarlar istatistiksel analiz için t-testini ve ANOVA yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada onarım çalışmalarında öngörülemeyen koşulların, diğer revizyon sebeplerine oranla daha etkili olduğu ve bu faktörün maliyet artışlarına katkısının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yazarlar revizyonlardan en fazla etkilenen üretimin beton imalatı, maliyeti en fazla etkileyen revizyonun ise ısıtma-soğutma ve havalandırma imalatlarında gerçekleştiğini vurgulamışlardır.

Ahmed ve Arocho (2021) çalışmalarında, Kanada'da masif ahşaptan yapılan 18 katlı bir yapının maliyetini aynı özellikteki betonarme/çelik karma yapı ile karşılaştırmalı olarak analiz etmişlerdir. Yazarlar, analiz süreci için yapım işlerini 17 farklı kategoride toplamışlar ve ana kategorilerini hafriyat, duvarcılık işleri, iç cephe, mekanik ve elektrik kurulum ve dış cephe işleri olarak belirlemişlerdir. Çalışmada masif ahşap yapının ve betonarme/çelik yapının tahmini maliyetleri ve inşaat süreci sonunda proje revizyonu dahil

maliyetleri şeklinde dört ayrı maliyet dökümü incelenmiştir. Çalışma sonucunda masif ahşap yapının maliyetinin betonarme/çelik yapının maliyetine oranla %6,43 oranında daha fazla olduğu ve inşaat sürecinde 205 proje revizyonu yapıldığı belirlenmiştir. Ahşap yapının proje revizyonlarından ötürü maliyet artışının %5,62 olduğu yine çalışmada tespit edilmiştir. En fazla revizyon talebinin ise danışman kaynaklı olduğu ve danışman kaynaklı revizyonların maliyet artışına katkısının %29,27 oranında olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada revizyonların; mimar, mal sahibi ve proje yöneticisinin talepleri doğrultusunda meydana geldiği belirlenmiştir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu çalışmada 2015 ve 2019 yıllarını kapsayan 5 yıllık dönemde kamu okul inşaatı yapılarının tasarım ve uygulama aşamalarında yapılan revizyonların ana ve alt sebeplerinin belirlenmesi ile bu revizyonların proje süre ve maliyetine etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın materyalini 2015–2019 yılları arasında bir ilimizde yapımı tamamlanmış 85 kamu okul inşaatı projesine ait 141 adet süre ve maliyet artışına neden olan revizyon onay belgeleri ve yine çoğunluğu o ilin kamu kurumlarında çeşitli pozisyonlarda faaliyet gösteren 110 mühendis ve mimara uygulanan anket verileri oluşturmaktadır. Revizyon onay belgelerinden söz konusu projelere ait; süre ve maliyet artış sebepleri ve onaylanan süre ve maliyet artış miktarı çıkarılmıştır. Kamuda çalışan mühendis-mimarlar uygulanan anket çalışmasıyla ise revizyon onay belgelerinden elde edilen proje revizyonlarının sebepleri ile ilgili sonuçların geliştirilmesi ve pekiştirilmesi, revizyon alt sebeplerinin faktör analizi yöntemi ile sınıflandırılması amaçlanmıştır. Çalışmada proje revizyonlarının sebepleri dikkate alınarak yaşanan revizyonların önlenmesi için ise çözüm önerileri sunulmuştur.

Çalışmada ilk olarak, 2015 ve 2019 yılları arasında yapımı tamamlanmış kamu okul inşaatı projelerine ait revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların/değişiklik emirlerinin ana ve alt sebepleri belirlenmiştir. Bazı alt sebepler hem maliyet hem de süre artışlarına sebep olduğundan her iki artışın etkisi hesaplanmıştır. Projenin sözleşme süresi ile süre artış onaylarından kaynaklanan uzamalar da dikkate alınarak revizyonun süre artışına katkısı bulunmuştur. Devamında sözleşme bedeli ile maliyet artış verileri kullanılarak revizyonun çeşidine göre söz konusu revizyonun maliyetler üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Bu şekilde elde edilen verilerle revizyonun görülme sıklığı (frekansı), bu revizyonların süre ve maliyete etkisi yüzde (%) olarak hesaplanmıştır.

Gerçekleşen revizyonların sebepleri ve etkileri elde edilen verilerden hesaplanmasına rağmen çalışmanın sahadaki karşılığının anlaşılabilmesi için yapım işlerinde çalışan teknik personel ile de bu konuda bir anket çalışması yapılmıştır. İlgili teknik birimler ile yapılan görüşmelerde gerçekleşen revizyonların tasarım ve uygulama aşaması sırasında karşılaşılan revizyonlar şeklinde sınıflandırılmasının daha anlamlı olacağı belirlenmiştir. Çalışmada farklı kamu kurumlarına ait yapım işlerinde görev alan teknik

personellere uygulanan anket çalışması; fizibilite, mimari tasarım ve uygulama aşaması, statik tasarım ve uygulama aşaması, mekanik tasarım ve uygulama aşaması ve elektrik tasarım ve uygulama aşaması dikkate alınarak ayrı ayrı analiz edilmiştir. Faktör analizi yöntemi ile her bir branşa ait revizyon alt sebepleri belirlenirken aynı zamanda mühendislik, mimarlık disiplinlerinin birbiri üzerindeki etkisi de ortaya çıkarılmıştır.

3.1. Revizyon Onay Belgelerinden Toplanan Verilerin Analizi

Çalışma kapsamında revizyon onay belgelerinden toplanan veriler, süre ve maliyet artışına sebep olan revizyonların türü dikkate alınarak gruplanmıştır. Daha sonra oluşan grupların ortalama süre ve maliyet üzerindeki artış oranları hesaplanmış ve yorumlanmıştır.

3.2. Anket Tasarımı ve Uygulaması

Kamu inşaatlarında yaşanan revizyon kaynaklı süre ve maliyet artışlarının ana ve alt sebeplerinin belirlenmesi için tasarlanan anket uygulamasının ilk bölümünü katılımcıların demografik özellikleri oluşturmaktadır. Bu bölümde katılımcıların cinsiyetleri, yaşları, meslekleri, kurumdaki görevleri ve çalışma süreleri sorulmuştur.

Anketin ikinci bölümünde ise fizibilite, mimari tasarım ve uygulama, statik tasarım ve uygulama, mekanik tasarım ve uygulama ve elektrik tasarım ve uygulama kaynaklı süre ve maliyeti etkileyen revizyonların sebepleri sorulmuştur. Bu kapsamda fizibilite kaynaklı 6 revizyon sebebi, mimari tasarım safhasını kapsayan 12 revizyon sebebi, mimari uygulama safhasını kapsayan 20 revizyon sebebi, statik tasarım safhasını kapsayan 9 revizyon sebebi, statik uygulama safhasını kapsayan 11 revizyon sebebi, mekanik tasarım safhasını kapsayan 9 revizyon sebebi, mekanik uygulama safhasını kapsayan 18 revizyon sebebi, elektrik tasarım safhasını kapsayan 6 revizyon sebebi ve elektrik uygulama safhasını kapsayan 13 adet revizyon sebebi olmak üzere toplam 104 revizyon sebebi uzman görüşleri ve literatür bulguları göz önünde bulundurularak belirlenmiştir. Anketin ikinci bölümünde sorulan tüm sorular 5’li likert ölçeği ile ölçeklendirilmiştir. Kullanılan ölçek ve puanlamaların karşılığı Çizelge 3.1’ de verildiği gibidir.

Çizelge 3.1. Ankette kullanılan Likert ölçeği

	Likert Puanı
Kesinlikle Katılmıyorum	1
Katılmıyorum	2
Kararsızım	3
Katılıyorum	4
Kesinlikle Katılıyorum	5

Anketin birinci bölümünü oluşturan demografik özellikler ile ilgili olarak % frekans değerleri hesaplanmıştır. Anketin ikinci bölümünü oluşturan ve süre ve maliyeti etkileyen revizyon sebeplerinin sorgulandığı bölümün ise tanımlayıcı istatistikleri olarak ortalama ve standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra ikinci bölümde yer alan her bir başlık için faktör analizi (temel bileşenler analizi) uygulanmış, böylece süre ve maliyete etki eden revizyon sebeplerini oluşturan faktörlerin daha az sayıda anlamlı gruplar oluşturup oluşturmadığı belirlenmiştir.

3.3. Faktör Analizi

Katılımcılara anket yoluyla sorulan ve önceden proje tiplerine göre kategorize edilmiş olan soruların anlamlı daha küçük faktör grupları oluşturup oluşturmadığının kontrol edilebilmesi için anket verilerine faktör analizi yöntemlerinden biri olan “*Temel Bileşenler Analizi*” uygulanmıştır. Temel bileşenler analizi, çok sayıdaki faktörün daha anlamlı ve az sayıdaki faktörle açıklanmasını sağlayan bir istatistik analizdir (Jolliffe, 1986). Temel bileşenler analizinin uygulanabilmesi için bazı ön şartlar vardır. Bu şartların ilki kullanılan ölçeğin iç tutarlılığının sağlanmış olmasıdır. Çalışmada anket sorularının iç tutarlılığı Cronbach Alpha testi ile ölçülmüştür. Cronbach Alpha test sonuçları ve bu sonuçların anlamları Çizelge 3.2’ de verildiği gibidir. Nunnaly (1978)’e göre bir anketin güvenilir kabul edilebilmesi için Cronbach’s Alpha katsayısının en az 0,7 olması gerekmektedir (Santos, 1999).

Çizelge 3.2. Cronbach Alpha testi referans değerleri (Santos, 1999)

Referans	Anlamı
0,80 < a < 1,00	Yüksek Güvenilir
0,60 < a < 0,80	Oldukça Güvenilir
0,40 < a < 0,60	Düşük Güvenilir
0,00 < a < 0,40	Güvenilir Değil

Anket verilerinin güvenilirliğinin ölçülmesinin ardından veri setinin faktör analizine yeterliliğinin ve uygunluğunun test edilmesi gerekmektedir. Verilerin faktör analizi için yeterli olup olmadığının analizi Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterlilik testiyle yapılmaktadır. Örneklem yeterliliğinin ölçüm kriteri 0 ile 1 arasında değişmektedir ve referans aralıkları ve anlamları Çizelge 3.3’ de verildiği gibidir.

Çizelge 3.3. Kaiser-Meyer-Olkin örneklem yeterlilik testi referans değerleri (Kaiser, 1974)

Referans	Anlamı
0,90 < KMO < 1,00	Mükemmel
0,80 < KMO < 0,90	İyi
0,60 < KMO < 0,70	Zayıf-Vasat
0,50 < KMO < 0,60	Kötü
KMO < 0,50	Kabul Edilemez

Veri setinin yeterliliğinin belirlenmesinin ardından faktör analizi uygulanmadan önce yapılması gereken son test örneklemin faktör analizine uygunluğunun belirlendiği Bartlett Küresellik Testidir. Bartlett küresellik testi ile değişkenler arasında faktör analizine uygun derecede korelasyonun var olup olmadığı test edilmektedir. Boş hipotezde tüm korelasyon katsayıları sıfırdır. Boş hipotezin reddedilmesi halinde değişkenler arası anlamlı korelasyonun varlığı, dolayısıyla faktör analizinin uygulanabileceği anlaşılmaktadır.

Faktör analizi uygulanırken önem arz eden bir diğer parametre faktör döndürme (rotasyon) yöntemidir. Faktör analizi sonucu oluşan faktörlerin, döndürme işlemi gerçekleştirilmeden yorumlanması oldukça güç olmaktadır. Döndürme işlemi matematiksel olarak gözlenen ve yeniden üretilen korelasyon matrisleri arasında uyumu artırmak için kullanılmaktadır. Döndürme yöntemleri dik (orthogonal) ve eğik (oblique) olmak üzere 2 şekilde yapılmaktadır. Bu iki yöntemi ayıran özellik ise dik döndürmede faktörler arası ilişkiler göz ardı edilirken, eğik döndürme de faktörlerin birbiriyle ilişkili olduğu varsayılır (Browne, 2001). Bu çalışmada kullanılan faktör döndürme yöntemi ise dik döndürme tekniklerinden biri olan “Varimax” tekniğidir.

Döndürme işlemi de gerçekleştirildikten sonra faktör yapısı gözlenebilmektedir. Oluşan faktör yapısını gözlemek için faktör yüklerinin incelenmesi gerekmektedir. Analiz sonucunda, her bir değişkenin faktörlerle olan ilişkisi faktör yükü ile belirlenir. -1 ile +1 arasında değişen bu yükler vasıtasıyla faktörlere karar verilir. Bir değişkenin faktör ile

ilişkili olduğuna karar verebilmek için faktör yükünün 0,40'dan büyük olması beklenmektedir (Çokluk, Şekercioğlu ve Büyüköztürk, 2010).

Çalışmada faktör analizi uygulanan anket verilerine yukarıda belirtilen prosedür uygulanmış ve uygun faktör yapısı belirlenmiştir. Bulunan faktörler bileşenlerin oluşturduğu gruplara uygun ve tamamını temsil edecek şekilde isimlendirilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışmanın bulgular kısmı kamu okul inşaatı yapılarının proje ve yapım işlerine ait revizyon onay belgelerinden ve kamuda çalışan mühendis ve mimarlara uygulanan anket sonucunda elde edilen revizyon verilerine ait ana ve alt sebeplerden oluşturulmuştur.

Çalışmada kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerine ait revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonlar literatür taraması sonucu beş ana başlık altında incelenmiş, ancak raporlar incelenirken dört ana grup hakkında bilgi toplanabilmiştir. Mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar, elektrik projesi kaynaklı revizyonlar ana grupları oluşturmaktadır. Her ana grup revizyona neden olan alt sebeplere ayrılmıştır.

Çalışmada anket sonucunda elde edilen revizyonlar ise beş ana gruba ayrılmıştır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar, mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar, elektrik projesi kaynaklı revizyonlar ana grupları oluşturmaktadır. Her ana grup revizyon kendi içinde alt sebeplere ayrılmıştır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar hariç her ana grup revizyon alt sebepleri; tasarım ve uygulama aşaması sırasında karşılaşılan revizyonlar şeklinde çalışmada ifade edilmiştir. Böylelikle revizyon onay belgelerinden elde edilen proje revizyonlarının sebepleri ile ilgili sonuçların geliştirilmesi ve pekiştirilmesi amaçlanmıştır.

4.1. Kamu Okul İnşaatı Proje ve Yapım İşlerinde Revizyon Sebeplerinin Proje Süresi ve Maliyeti Üzerindeki Etkileri

4.1.1. Revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların ana ve alt sebepleri

Çalışmanın bu kısmında 2015 ve 2019 yılları arasında 85 kamu okul inşaatı proje ve yapım işine ait revizyonların sebepleri incelenmiştir. Bu amaçla revizyon onay belgelerinden tespit edilen 141 adet revizyon verisi dört ana grupta ve her bir ana grup alt sebeplere ayrılarak gruplandırılmıştır.

Çizelge 4.1. Kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde yaşanan revizyonların ana ve alt sebepleri

Ana Sebep	Alt Sebep	Frekans (%)
Mimari Proje Revizyonu	Asansör boyutları ve tasarımı revizyonu	40,70
	İnce işlerde değişiklikler	14,80
	Yerleşim planı revizyonu	14,80
	Çatı revizyonu	7,40
	Yasal düzenlemelere uyum	3,70
	Yetersiz şantiye sahası gözlemi	3,70
	Belirtilmemiş	14,90
Statik Proje Revizyonu	Temel tasarım değişimi	40,00
	Taşıyıcı sistem revizyonu	30,00
	Beton sınıfı değişimi	10,00
	Belirtilmemiş	20,00
Mekanik Proje Revizyonu	Isıtma-soğutma sistemi revizyonu	100,00
Elektrik Proje Revizyonu	Elektrik kablo revizyonu	27,30
	Asansör kapasite artışı	27,30
	Işıklandırma sistemi revizyonu	9,10
	Trafo güç artışı	9,10
	Kamera sistemi revizyonu	9,10
	Belirtilmemiş	18,10

Mimari proje revizyonlarının frekans dağılımı incelendiğinde asansör boyutları ve tasarımının %40,70 oranında en sık karşılaşılan alt sebep olduğu görülmektedir (Çizelge 4.1.). İnce inşaat işlerinde değişiklikler (%14,80) ve vaziyet planı revizyonları (%14,80) yine bu aşamada sık karşılaşılan alt sebepler arasında yer almıştır. Yasal düzenlemelere uyum (%3,70) ve yetersiz şantiye sahası gözlemi (%3,70) ise diğer mimari proje revizyonları alt sebepleri arasında sıralamada yer almıştır (Çizelge 4.1).

Statik proje revizyonunun en sık görülen alt sebebinin ise %40 oran ile temel tasarımının değişimi kaynaklı olduğu çizelge 4.1' de görülmektedir. Taşıyıcı sistem değişiklikleri (%30) ve beton sınıfı değişiminden (%10) kaynaklı olarak da zaman zaman statik proje revizyonları söz konusu olabilmektedir (Çizelge 4.1).

Mekanik projelerde revizyon ihtiyacı ise ısıtma-soğutma sisteminde mevcut altyapıya uyum sağlamaya yönelik çabalardan (%100) kaynaklanmaktadır (Çizelge 4.1). Özellikle

doğalgaz altyapısına sahip olunmayan bölgelerde uygulanan tip projelerde bu nedenle revizyona gidilmek zorunda kalıldığı kamu okul projelerine ait revizyon onay belgelerinden tespit edilmiştir.

Elektrik proje revizyonlarının frekans dağılımı incelendiğinde ise elektrik kablo revizyonu ile asansör kapasite artışının %27,30 oranında en sık karşılaşılan alt sebep olduğu görülmüştür. Özellikle de elektrik dağıtım firmasından alınan enerji müsaadesine göre ana kolon hattının kesitlerinde revizyona gidildiği, kamu okul projelerine ait revizyon onay belgelerinden tespit edilmiştir. Asansör kapasite artışı ile ilgili olarak ise yönetmelik değişikliklerinden kaynaklı olarak kapasite artışına gidilmek zorunda kalıldığı anlaşılmıştır. Çalışmada ışıklandırma sistemi revizyonu (%9,10), trafo güç artışı (%9,10) ve kamera sistemi revizyonu (%9,10) diğer elektrik proje revizyonlarının alt sebepleri arasında yer almıştır. Özellikle de aydınlatma armatürleri ve projektörlerin tasarruflu led armatürler ve led projektörler ile revize edildiği; mevcut eski yapıların yıkılarak, yeni bina yapılan işlerde yapılan yeni binanın güç ihtiyacı arttığından enerjinin alınacağı trafonun gücünün de artırılması gereğinin doğduğu ve revizyona gidildiği; yine daha önce kullanılan analog kameraların yeni IP ve çözünürlüğü yüksek kamera sistemleri ile revize edildiği (%9,10) kamu okul projelerine ait revizyon onay belgelerinden tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

4.1.2. Revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların süre ve maliyete etkisi

Revizyon onay belgelerinin incelenmesi sonucunda, mimari proje revizyonu alt sebeplerinden temel yasal düzenlemelere uyulmasına dönük çabaların, özellikle yönetmeliklerde yapılan değişikliklerden kaynaklı revizyonların %22,21 gibi bir oranda süre artışına sebep olduğu tespit edilmiştir. Tip proje olarak ihale edilen işlerde özellikle bölgenin iklim koşullarına göre çatı projelerinde revizyona gidilmesinin süreyi %21,50 oranında, maliyeti ise %3,50 oranında artırdığı görülmüştür. İnce işlerde yapılan değişikliklerin ise süreyi %18 ve maliyeti %4,75 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Yönetmelik değişikliği kaynaklı asansör sayı, boyut ve tasarımında yapılan revizyonların ise süreyi %8,55 ve maliyeti %1,09 oranında artırdığı yine revizyon onay belgelerinin incelenmesi sonucunda elde edilen diğer bir bulgudur (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde yaşanan revizyonların süre ve maliyete etkisi

Ana Sebep	Alt Sebep	Frekans (%)	Maliyet Artışı (%)	Süre Artışı (%)
Mimari Proje Revizyonu	Asansör boyutları ve tasarımı revizyonu	40,70	1,09	8,55
	İnce işlerde değişiklikler	14,80	4,75	18,00
	Yerleşim planı revizyonu	14,80	2,50	28,25
	Çatı revizyonu	7,40	3,50	21,50
	Yasal düzenlemelere uyum	3,70	0,58	22,21
	Yetersiz şantiye sahası gözlemi	3,70	2,67	45,33
	Belirtilmemiş	14,90	-	-
Statik Proje Revizyonu	Temel tasarımı değişimi	40,00	8,75	19,25
	Taşıyıcı sistem revizyonu	30,00	6,67	49,67
	Beton sınıfı değişimi	10,00	-	17,00
	Belirtilmemiş	20,00	-	-
Mekanik Proje Revizyonu	Isıtma-soğutma sistemi revizyonu	100	0,58	22,21
Elektrik Proje Revizyonu	Elektrik kablo revizyonu	27,30	0,33	2,00
	Asansör kapasite artışı	27,30	0,33	5,00
	Işıklandırma sistemi revizyonu	9,10	-	27,00
	Trafo güç artışı	9,10	-	18,00
	Kamera sistemi revizyonu	9,10	3,00	8,00
	Belirtilmemiş	18,10	-	-

Statik proje revizyonu alt sebeplerinden temel tasarımının değiştirilmesinin, süreyi %19,25 ve maliyeti %8,75 oranında artırdığı tespit edilmiştir. Bu oranların hem süre hem de maliyet açısından yüksek olduğu görülmektedir. Taşıyıcı sistem revizyonunun ise %49,67 oran ile statik proje revizyonunda en yüksek süre artışına neden olan alt sebep olduğu belirlenmiştir. Bu sebep aynı zamanda maliyeti ise %6,67 oranında artırmaktadır. Beton sınıfı değişiminin proje maliyeti üzerinde etkisi görülmemiş olup, proje süresini ise %17 oranında artırdığı anlaşılmıştır (Çizelge 4.2).

Mekanik proje revizyonu tek alt sebebi olan ısıtma-soğutma sistemi değişikliklerinin yüksek bir maliyet etkisi görülmemesine rağmen işin süresini %22,21 oranında artırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

Elektrik proje revizyonlarının alt sebeplerinden ışıklandırma sistemi revizyonu ve trafo gc artışının işin süresini sırasıyla %27 ile %18 oranında artırdığı görülmüştür. En yüksek elektrik maliyet artış alt sebebi ise kamera sistemi revizyonlarında (%3) tespit edilmiştir (Çizelge 4.2).

4.2. Anket Uygulaması ile Elde Edilen Revizyonların Ana ve Alt Sebepleri

Bu kısımda kamu kurumlarında kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde kontrollük ve projelendirme hizmeti yapan ve büyük çoğunluğu mimar ve mühendislerden oluşan teknik elemanlar ile revizyonların ana ve alt sebepleri ile ilgili olarak bir anket çalışması yapılmıştır. Anketin hazırlanma sürecinde öncelikle kamu kurumunda yapım işlerinde görevli teknik personel ve yöneticilerle proje revizyonlarının sebepleri üzerine görüşmeler yapılmıştır. Bu doğrultuda, uygulanacak anketin sahada yaşanan problemleri doğru tespit edebilmesi için her mühendislik branşından uzmanlarla bir araya gelinmiştir. Görüşmelerde tespit edilen revizyon sebepleri tasarım aşaması ve uygulama aşamasında gerçekleşmesine göre ikiye ayrılmıştır. Anket çalışmasında revizyon sebepleri; beş ana gruba ayrılmıştır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar, mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar ve elektrik projesi kaynaklı revizyonlar ana grupları oluşurmaktadır. Her ana grup revizyon kendi içinde tasarım ve uygulama aşamaları sırasında karşılaşılan alt sebeplere ayrılmıştır.

4.2.1. Katılımcıların demografik zellikleri

Anketin uygulandığı toplam 110 teknik personelin yaklaşık %85' i erkek iken yaklaşık %15' inin kadın olduğu görülmektedir. Bu oran kamu kurumlarında yapım işlerinde görev yapan teknik personelin erkek ağırlıklı olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Katılımcıların cinsiyeti

Cinsiyeti	Frekans (N)	Frekans (%)
Erkek	94	85,5
Kadın	16	14,5
Toplam	110	100,0

Çizelge 4.4. Katılımcıların yaş dağılımı

Yaş Dağılımı	Frekans (N)	Frekans (%)
20-25	3	2,73
26-30	17	15,44
31-40	47	42,73
41-50	26	23,64
51-60	13	11,82
> 60	4	3,64
Toplam	110	100,00

Katılımcıların yaş aralıkları incelendiğinde en yüksek katılımın 47 kişi ile 31-40 yaş aralığında olduğu görülmektedir. Bunu 41-50 yaş grubu 26 kişinin katılımı ile izlemektedir. 26-30 yaş grubundan 17 kişi, 51-60 yaş grubundan 13 kişi, 60 yaş üstü 4 kişi ve 20-25 yaş arası 3 kişi ankete katılım sağlamışlardır (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.5. Katılımcıların mesleği

Katılımcıların Mesleği	Frekans (N)	Frekans (%)
İnşaat Mühendisi	57	51,82
Makine Mühendisi	17	15,45
Mimar	13	11,82
Elektrik-Elektronik Mühendisi	16	14,55
Harita Mühendisi	2	1,82
Jeoloji Mühendisi	2	1,82
Elektrik ve Elektronik Teknikeri	1	0,91
İnşaat Teknikeri	1	0,91
Çevre-Kimya Mühendisi	1	0,91
Toplam	110	100,00

Katılımcıların mesleği incelendiğinde en fazla katılımın 57 kişi ile inşaat mühendislerinden oluştuğu görülmektedir. Makine mühendislerinden 17, mimarlardan 13, elektrik mühendislerinden 16, harita ve jeoloji mühendislerinden 2'ser, elektrik teknikeri 1, inşaat teknikeri 1, çevre mühendisliğinden 1 kişi ankete katılım göstermişlerdir (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.6. Katılımcıların kurumdaki görevi

Kurumdaki Görevi	Frekans (N)	Frekans (%)
Kontrol Mühendisi	64	58,18
Proje Mühendisi	20	18,18
Yönetici	20	18,18
Maliyet Analizi/Kontrol	6	5,46
Toplam	110	100,0

Katılımcıların kurumdaki görevlerine bakıldığında yaklaşık %58' inin kontrol mühendisi olarak çalıştığı görülmektedir. Bunu yaklaşık %18' lik oran ile proje mühendisleri ve yöneticiler izlemektedir. Katılımcıların yaklaşık %5' i ise maliyet hesabı yapan teknik personelden oluşmaktadır (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.7. Katılımcıların kurumlarında çalışma süreleri

Kurumda Çalışma Süreleri (Yıl)	Frekans (N)	Frekans (%)
0-5	22	20,00
6-10	31	28,18
11-15	24	21,82
16-20	9	8,18
21-30	14	12,73
> 30	10	9,09
Toplam	110	100,0

Katılımcıların kurumdaki çalışma süreleri incelendiğinde %20' sinin 0-5 yıl arasında deneyimli, %28,2' inin 6-10 yıl arası deneyimli, %21,8' inin 11-15 yıl arası deneyimli, %8,22' sinin 16-20 yıl arası deneyimli, %12,7' sinin 21-30 yıl arası deneyimli ve %9,1' inin ise oranında 30 yıl ve üzeri deneyimli oldukları belirlenmiştir. Oranlar incelendiğinde katılımcıların revizyon sebeplerini değerlendirmek için yeterli saha tecrübesine sahip oldukları görülmektedir (Çizelge 4.7).

4.2.2. Revizyonların ana ve alt sebepleri

Anket çalışmasında kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde görülen revizyonlar öncelikle beş ana gruba ayrılmıştır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar, mimari proje kaynaklı revizyonlar, statik proje kaynaklı revizyonlar, mekanik proje kaynaklı revizyonlar, elektrik

proje kaynaklı revizyonlar ana grupları oluşturmaktadır. Fizibilite kaynaklı revizyonlar hariç her ana grup kendi içinde tasarım ve uygulama aşamalarından kaynaklı revizyon alt sebeplerine ayrılmıştır.

4.2.2.1. Fizibilite kaynaklı revizyonlar

Fizibilite aşaması projenin hazırlık ve saha keşfi aşamasını oluşturmaktadır. Anket çalışması sonucunda elde edilen revizyon alt sebepleri incelendiğinde, arsanın keşfinin yetersiz yapılmasının en yüksek ortalama değer ile (3,74) revizyon sebepleri arasında ilk sırada yer aldığı görülmektedir. Yine zemin yapısının ve zemin su seviyesinin belirlenmesinde yapılan eksik ve hatalı işlemler de inşaat sırasında revizyona gidilmesini zorunlu kılan (3,73) bir diğer önemli faktör olarak göze çarpmaktadır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8. Fizibilite kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi

Fizibilite kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Arsanın keşfinin yetersizliği kaynaklı ek işler veya proje değişiklikleri	3,74	1,36
Zemin yapısının belirlenmesinde yaşanan eksiklerden dolayı ek iş veya revizyonlar	3,73	1,31
Elektrik tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	3,45	1,35
Sıhhi tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	3,37	1,29
Doğalgaz tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	3,33	1,38
Temiz su tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	3,06	1,38

Daha önceden yapılmış eski tesisat altyapısının bazen projelerine ulaşılamaması ya da ilgili kurumlardan yanlış bilgi alınması sebebiyle elektrik, sıhhi tesisat, doğalgaz ve temiz su tesisat altyapısı ile ilgili olarak fizibilite aşamasında yapılan yanlış keşifler de inşaat aşamasında hem revizyonlara hem de süre ve maliyet artışlarına sebep olabilmektedir.

Çalışmanın bu kısmında fizibilite kaynaklı revizyonların sebeplerini değerlendirmek ve analiz etmek için metodoloji olarak faktör analizi kullanılmıştır. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri 0,894 olarak hesaplanmış olup anketin fizibilite kısmı sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Fizibilite)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği		0,838
Bartlett Küresellik Testi	Ki-Kare İstatistiği	404,759
	Serbestlik Derecesi (df)	15
	Önem Derecesi (Sig.)	0,000

Fizibilite kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili örneklem yeterlilik istatistikleri incelendiğinde veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO değerinin 0,838 ile mükemmel yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonuçlarına bakıldığında verilerin faktör analizinde kullanılabilirliği için önem derecesi değerinin 0,000 ile 0,05 değerinin altında ve uygun değerde olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.10. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Fizibilite)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	3,962	66,038	66,038	3,962	66,038	66,038	3,132	52,207	52,207
2	1,051	17,514	83,552	1,051	17,514	83,552	1,881	31,345	83,552
3	,345	5,742	89,294						
4	,262	4,361	93,655						
5	,195	3,251	96,907						
6	,186	3,093	100,000						

Çizelge 4.10 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %83,552' sini açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %52,207' sini 2 nolu faktör ise %31,345' ini açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörün altında altyapı keşfi ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı "*Altyapı Keşfi Faktörü*" olarak belirlenmiştir. 2 numaralı faktörde ise arsa keşfi ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör "*Arsa Keşfi Faktörü*" olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11. Döndürülmüş faktör yükleri (Fizibilite)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı
	1	2	
Sihhi tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	,902	,215	<i>Altyapı Keşfi</i>
Temiz su tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	,871	,230	
Doğalgaz tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	,847	,349	
Elektrik tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksiklikler	,846	,205	
Arsanın keşfinin yetersizliği kaynaklı ek işler veya proje değişiklikleri	,214	,915	<i>Arsa Keşfi</i>
Zemin yapısının belirlenmesinde yaşanan eksiklerden dolayı ek iş veya revizyonlar	,288	,883	
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi. Döndürme Methodu: Varimax.			

Çizelge 4.11 incelendiğinde sihhi tesisat, temiz su, doğalgaz ve elektrik tesisatı altyapılarında keşif aşamasında yapılan eksikliklerin 1 nolu faktör altında toplandığı, arsa keşfinin yetersizliğinin ve zemin yapısının belirlenmesinde yaşanan eksikliklerin ise 2 nolu faktör altında toplandığı görülmektedir.

4.2.2.2. Mimari proje kaynaklı revizyonlar

Çalışmada mimari projelerde yapılan revizyonlar tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonlar olmak üzere ikiye ayrılmıştır.

Mimari projelerde tasarım kaynaklı revizyonlar

Çizelge 4.12' de her bir alt sebebin ortalama değerleri dikkate alındığında, katılımcıların mimari proje hazırlanmadan önce şantiye sahasının yeterince incelenmemesini (3,62) ve kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda yapılan değişiklikleri (3,62) mimari tasarım kaynaklı revizyonların en önemli sebepleri olarak gördükleri anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.12. Mimari projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi

Mimari projelerde tasarım kaynaklı alt sebepler	Ortalama	Standart Sapma
Mimari proje hazırlanmadan önce şantiye sahası yeteri kadar incelenmediğinden dolayı yapılan proje tadilatları	3,62	1,27
Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda mimari projelerde yapılan değişiklikler	3,62	1,26
Projelendirme safhasında mimari proje detaylarında yaşanan eksikler	3,38	1,20
Statik projede yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	3,24	1,41
Mevzuat değişiklikleri kaynaklı tadilatlar	3,18	1,32
Kurumda yaşanan fikir değişikliklerinden dolayı proje tadilatları	3,14	1,37
Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları dışında mimari projelerde yapılan değişiklikler	3,12	1,24
Kadastro belgelerinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan proje tadilatları	2,90	1,42
Asansör projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,82	1,39
Altyapı değişikliklerinden ötürü yapılan mimari proje tadilatları	2,75	1,30
Sıhhi tesisat projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,72	1,30
Elektrik projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,64	1,23

Buna karşın kadastro belgesi değişiklikleri (2,90), asansör projesi değişiklikleri (2,82), altyapı değişiklikleri (2,75), sıhhi tesisat değişiklikleri (2,72) ve elektrik proje değişikliklerinin (2,64) ise mimari projelerin tasarım aşamasında revizyon alt sebebi olarak diğer faktörlere göre daha az önemli görüldüğü anlaşılmaktadır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.13. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mimari Tasarım)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği		
		0,803
	Ki-Kare İstatistiği	405,401
Bartlett Küresellik Testi	Serbestlik Derecesi (df)	36
	Önem Derecesi (Sig.)	0,000

Mimari projelerde tasarım kaynaklı revizyonlara ait alt sebepler ile ilgili olarak veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO yeterlilik ölçeğinin 0,803

değeri ile iyi düzeyde olduğu görülmektedir. Bartlett küresellik testi önem derecesinin 0,000 değeri ile verilerin faktör analizine uygun olduğu belirlenmiştir. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri ise 0,909 olarak hesaplanmış olup anketin mimari tasarım aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mimari Tasarım)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	4,408	48,981	48,981	4,408	48,981	48,981	3,341	37,120	37,120
2	1,259	13,989	62,970	1,259	13,989	62,970	2,326	25,850	62,970
3	,905	10,053	73,023						
4	,837	9,305	82,328						
5	,517	5,740	88,068						
6	,400	4,449	92,516						
7	,265	2,949	95,465						
8	,220	2,446	97,911						
9	,188	2,089	100,000						

Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi

Çizelge 4.14 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %62,970' ini açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %37,120' sini 2 nolu faktör ise %25,850'sini açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörün altında tadilat ve değişiklik istemi ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı "*Tadilat ve Değişiklik İstemi Kaynaklı Faktörler*" olarak belirlenmiştir. 2 numaralı faktörde ise yapı sahibi, proje müellifi ve detay eksikliği ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör "*Yapı Sahibi, Proje Müellifi ve Detay Eksikliği Kaynaklı Faktörler*" olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15. Döndürülmüş faktör yükleri (Mimari Tasarım)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı
	1	2	
Sıhhi Tesisat projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,812	,327	
Altyapı değişikliklerinden ötürü yapılan mimari proje tadilatları	,804	,032	
Elektrik projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,793	,308	<i>Tadilat ve Değişiklik</i>
Kadastro belgelerinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan proje tadilatları	,751	,333	<i>İstemi Kaynaklı</i>
Mimari proje hazırlanmadan önce şantiye sahası yeteri kadar incelenmediğinden dolayı yapılan proje tadilatları	,605	,148	
Kurumda yaşanan fikir değişikliklerinden dolayı proje tadilatları	,558	,153	
Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda mimari projelerde yapılan değişiklikler	,108	,834	<i>Yapı Sahibi, Proje Müellifi</i>
Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları dışında mimari projelerde yapılan değişiklikler	,287	,828	<i>ve Detay Eksikliği</i>
Projelendirme safhasında mimari proje detaylarında yaşanan eksikler	,263	,766	<i>Kaynaklı</i>
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi			
Döndürme Metodu: Varimax.			

Çizelge 4.15 incelendiğinde sıhhi tesisat projesi tadilatları, altyapı değişiklikleri, elektrik proje tadilatları, kadastro uygulamaları, eksik saha incelemeleri ve fikir değişiklikleri alt sebeplerinin 1 nolu tadilat ve değişiklik istemi kaynaklı faktör başlığı altında toplandığı görülmektedir. Kullanıcının ihtiyaçları, detaylarda yaşanan eksiklikler ve kullanıcı ihtiyaçları dışında mimari projelerde yapılan değişikliklerin ise 2 nolu yapı sahibi, proje müellifi ve detay eksikliği kaynaklı faktör başlığı altında toplandığı yine aynı çizelgede görülmektedir.

Mimari projelerde uygulama kaynaklı revizyonlar

Mimari projelerde uygulama kaynaklı yaşanan revizyonların bir kısmı uygulama aşamasında yapılan mimari değişikliklerden kaynaklanmaktadır. Çizelge 4.16 incelendiğinde mimari projelerde verilen detayların yetersiz olmasından kaynaklı olarak gerçekleştirilen mimari tadilatların (3,34) uygulamada karşılaşılan en önemli revizyon sebebi olarak görüldüğü anlaşılmaktadır. Yapım aşamasında fiziki şartlara göre yapılan değişiklikler (3,33) ve seçilen malzemelerin kullanımının uygun olmaması da (3,26)

çizelgenin üst sıralarında önemli revizyon alt sebepleri arasında yer almaktadır (Çizelge 4.16).

Çizelge 4.16. Mimari projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi

Mimari projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Mimari projede verilen detayların yetersiz olmasından dolayı yapılan mimari proje tadilatları	3,34	1,34
Yapım aşamasında fiziki şartlara göre yapılan değişiklikler	3,33	1,42
Seçilen malzemenin kullanımının uygun olmamasından dolayı yapılan mimari proje revizyonları	3,26	1,28
Mimari proje eklerinde yapılan yanlışlıklardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	3,26	1,34
Yapım aşamasında değişen fiziki şartlardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	3,25	1,27
Yapım aşamasında yapılan mimari proje tadilatları	3,24	1,32
Vaziyet planında yapılan hatalardan dolayı yapılan mimari proje revizyonları	3,21	1,40
Yapım aşamasında kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda mimari projede yapılan ekleme ve çıkarmalar	3,19	1,30
Statik projede yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	3,18	1,37
Malzemenin uygulamaya uygun olmamasından dolayı yapılan mimari proje revizyonları	3,17	1,22
Plankotede yapılan hatalardan kaynaklı mimari proje revizyonları	3,16	1,34
Mimari proje eklerinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan mimari proje tadilatları	3,15	1,24
Kurumda yaşanan fikir değişikliklerinden dolayı proje tadilatları	3,05	1,37
Malzemenin maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı yapılan mimari proje revizyonları	3,03	1,26
Mevzuat değişiklikleri sebebiyle mimari projelerde yapılan tadilatlar	2,85	1,35
Kadastro belgelerinde yapılan yanlışlıklardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	2,69	1,35
Asansör projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,67	1,31
Sihhi tesisat projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,66	1,32
Elektrik projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	2,60	1,26
Altyapı değişikliklerinden ötürü yapılan mimari proje tadilatları	2,60	1,31
Yapım aşamasında parselin sınırlarında yapılan değişiklikler	2,59	1,54

Parselin sınırlarında yapılan değişiklikler (2,59), altyapı değişiklikleri (2,60), elektrik proje tadilatları (2,60), sıhhi tesisat proje tadilatları (2,66) ve asansör projelerinde yapılan tadilatlarla (2,67) ait ortalama değerler incelendiğinde ise bu faktörlerin uygulama sırasında mimari proje revizyonlarına etkisinin daha düşük olduğu Çizelge 4.16' dan anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.17. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mimari Uygulama)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği	0,893
Ki-Kare İstatistiği	1152,084
Bartlett Küresellik Testi	Serbestlik Derecesi (df) 105
Önem Derecesi (Sig.)	0,000

Mimari projelerde uygulama kaynaklı revizyonlara ait alt sebepler ile ilgili olarak yapılan örneklem yeterlilik istatistikleri incelendiğinde veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO değerinin 0,893 ile iyi ve mükemmele yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonuçlarına bakıldığında verilerin faktör analizinde kullanılabilirliği için önem derecesi değerinin 0,000 ile 0,05 değeri altında ve uygun değerde olduğu görülmüştür. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri ise 0,965 olarak hesaplanmış olup anketin mimari uygulama aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.18. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mimari Uygulama)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	8,890	59,266	59,266	8,890	59,266	59,266	5,531	36,875	36,875
2	1,508	10,053	69,319	1,508	10,053	69,319	4,867	32,444	69,319
3	,919	6,129	75,448						
4	,654	4,357	79,806						
5	,550	3,664	83,470						
6	,439	2,930	86,399						
7	,384	2,557	88,957						
8	,343	2,288	91,245						
9	,307	2,044	93,289						
10	,262	1,748	95,037						
11	,213	1,422	96,459						
12	,176	1,176	97,635						
13	,161	1,071	98,706						
14	,114	,761	99,467						
15	,080	,533	100,000						

Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi

Çizelge 4.18 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %69,319' unu açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %36,875' ini, 2 nolu faktör ise %32,444' ünü açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörün altında mevzuat, altyapı ve proje değişiklikleri ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı “*Mevzuat, Altyapı ve Proje Değişiklikleri Faktörü*” olarak belirlenmiştir. 2 numaralı faktörde ise mimari proje ekleri, malzeme ve fiziki şartlarda değişiklik yaşanması ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör “*Proje ve Ekleri ile Malzemeler ve Fiziki Şartlardan Dolayı Yaşanan Değişiklikler*” olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Döndürülmüş faktör yükleri (Mimari Uygulama)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı	
	1	2		
Kadastro belgelerinde yapılan yanlışlıklardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	,880	,200	<i>Mevzuat, Altyapı ve Proje Değişiklikleri</i>	
Yapım aşamasında parselin sınırlarında yapılan değişiklikler	,867	,128		
Mevzuat değişiklikleri sebebiyle mimari projelerde yapılan tadilatlar	,755	,385		
Sıhhi Tesisat projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,746	,445		
Statik projede yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,733	,337		
Altyapı değişikliklerinden ötürü yapılan mimari proje tadilatları	,731	,394		
Asansör projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,713	,354		
Elektrik projesinde yapılan tadilatların sebep olduğu mimari proje tadilatları	,693	,452		
Malzemenin uygulamaya uygun olmamasından dolayı mimari proje revizyonları	,243	,821		<i>Proje ve Ekleri ile Malzemeler ve Fiziki Şartlardan Dolayı Yaşanan Değişiklikler</i>
Malzemenin kullanımının uygun olmamasından dolayı mimari proje revizyonları	,252	,798		
Mimari proje eklerinde yapılan yanlışlıklardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	,413	,751		
Mimari proje eklerinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan mimari proje tadilatları	,449	,743		
Yapım aşamasında değişen fiziki şartlardan dolayı yapılan mimari proje tadilatları	,162	,733		
Malzeme maliyetlerinin yüksek olmasından dolayı mimari proje revizyonları	,288	,685		
Mimari projede verilen detayların yetersiz olmasından dolayı mimari proje tadilatları	,463	,658		
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi				
Döndürme Metodu: Varimax				

Çizelge 4.19 incelendiğinde kadastro belgelerinde yapılan yanlışlıklar, parselin sınırında yapılan değişiklikler, mevzuat değişiklikleri, sıhhi tesisat proje değişiklikleri, statik proje değişiklikleri, altyapı değişiklikleri, asansör proje tadilatları ve elektrik proje tadilatları 1

nolu faktör olan mevzuat, altyapı ve proje değişiklikleri başlığı altında toplanmıştır. Uygulanması uygun olmayan malzemeler, kullanıma uygun olmayan malzemeler, proje eklerinde yapılan yanlışlıklar, değişen fiziki şartlar, malzeme maliyetleri ve yetersiz detaylar 2 nolu proje ve ekleri ile malzemeler ve fiziki şartlardan dolayı yaşanan değişiklikler faktörü altında toplanmıştır.

4.2.2.3. Statik proje kaynaklı revizyonlar

Süre ve maliyet artışına sebep olan statik proje revizyonları ise tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonlar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

Statik projelerde tasarım kaynaklı revizyonlar

Çizelge 4.20' de görüldüğü üzere mimari ve statik projelerin uyumsuzluğu (3,36) tasarım kaynaklı en önemli revizyon sebebidir. Mimari projelerde yapılan değişiklikler (3,27) ve zemin mukavemetinin yanıtıcı olmasından kaynaklanan statik değişikliklerin de (3,27) önemli revizyon sebepleri arasında olduğu çizelgeden anlaşılmaktadır (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20. Statik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi

Statik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Mimari ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,36	1,41
Mimari projede yapılan değişikliklerden dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,27	1,38
Zemin mukavemetinin yanıtıcı olmasından dolayı statik projede yapılan tadilatlar	3,27	1,32
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,17	1,46
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan statik proje tadilatları	3,00	1,32
Asansör ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,68	1,35
Elektrik ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,51	1,38
Sihhi tesisat ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,51	1,38
Isıtma ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,43	1,34

Isıtma ve statik projelerin uyumsuzluğu (2,43), sıhhi tesisat projesi ile uyumsuzluk (2,51), elektrik projesi ile uyumsuzluk (2,51), asansör projesi ile uyumsuzluk (2,68) faktörlerinin ise tasarım aşamasında statik proje revizyonuna etkilerinin görece daha düşük değerde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20).

Çalışmanın bu kısmında statik projelerin tasarımından kaynaklı revizyonların sebeplerini değerlendirmek ve analiz etmek için metodoloji olarak faktör analizi kullanılmıştır.

Çizelge 4.21. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Statik Tasarım)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik			
Ölçeği			0,858
	Ki-Kare İstatistiği		864,856
Bartlett Küresellik Testi	Serbestlik Derecesi (df)		36
	Önem Derecesi (Sig.)		0,000

Statik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebepleri ile ilgili olarak örneklem yeterlilik istatistikleri incelendiğinde veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO değerinin 0,858 ile mükemmel yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonuçlarına bakıldığında verilerin faktör analizinde kullanılabilirliği için önem derecesi değerinin 0,000 ile 0,05 değerinin altında ve uygun değerde olduğu görülmüştür. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri 0,936 olarak hesaplanmış olup anketin statik tasarım aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.22. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Statik Tasarım)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	5,994	66,598	66,598	5,994	66,598	66,598	3,563	39,593	39,593
2	1,082	12,019	78,617	1,082	12,019	78,617	3,512	39,024	78,617
3	,709	7,879	86,496						
4	,398	4,427	90,924						
5	,334	3,706	94,630						
6	,190	2,107	96,737						
7	,185	2,051	98,788						
8	,065	,720	99,509						
9	,044	,491	100,000						

Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi

Çizelge 4.22 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %78,617' sini açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %39,593' ünü 2 nolu faktör ise %39,024' ünü açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörün altında tesisat projelerinin statik projeler ile uyumsuzluğu ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı “*Tesisat Uyumsuzluğu Faktörü*” olarak adlandırılmıştır. 2 numaralı faktörde ise mimari değişiklikler, hesap hataları ve mevzuat değişiklikleri ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör “*Tasarım, Hesap ve Mevzuat Değişiklikleri Faktörü*” olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Döndürülmüş faktör yükleri (Statik Tasarım)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı
	1	2	
Elektrik ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,933	,285	<i>Tesisat Uyumsuzluğu</i>
Isıtma ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,915	,311	
Sıhhi tesisat ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,899	,364	
Asansör ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,691	,490	
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	,213	,815	<i>Tasarım, Hesap ve Mevzuat Değişiklikleri</i>
Zemin mukavemetinin yanıtıcı olmasından dolayı statik projede yapılan tadilatlar	,294	,801	
Mimari ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,331	,767	
Mimari projede yapılan değişikliklerden dolayı yapılan statik proje tadilatları	,323	,765	
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan statik proje tadilatları	,473	,694	
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi			
Döndürme Metodu: Varimax.			

Çizelge 4.23 incelendiğinde elektrik projeleri ile uyumsuzluk, ısıtma projeleri ile uyumsuzluk, sıhhi tesisat projeleri ile uyumsuzluk, asansör projesi ile uyumsuzluk alt sebepleri 1 nolu tesisat uyumsuzluğu faktörü altında toplanmaktadır. Yanlış statik hesaplar, zemin mukavemetinin yanıtıcı olması, mimari proje ile uyumsuzluk, mimari proje değişiklikleri ve mevzuat değişiklikleri ise 2 nolu tasarım, hesap ve mevzuat değişiklikleri faktörü altında toplanmıştır.

Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyonlar

Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların sebepleri ile ilgili olarak Çizelge 4.24 incelendiğinde mimari proje değişikliklerinin (3,52) en önemli sebep olduğu görülmektedir. Zemin su seviyesinin yanıtıcı olması (3,40), mimari ve statik proje uyumsuzluğu (3,36) ve yanlış statik hesapların (3,22) uygulama aşamasında statik proje revizyonlarına sebep olduğu da yine çizelgeden anlaşılmaktadır (Çizelge 4.24).

Çizelge 4.24. Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi

Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Mimari projede yapılan değişikliklerden dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,52	1,28
Zemin su seviyesinin yanıtıcı olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,40	1,34
Mimari ve statik proje uyumsuzluğu kaynaklı statik proje tadilatları	3,36	1,39
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,22	1,45
Zemin mukavemetinin yanıtıcı olmasından dolayı statik projede yapılan tadilatlar	3,21	1,40
İstenilen beton sınıfının bölgede sağlanamamasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,08	1,54
Zemindeki altyapının iyi belirlenmemesinden dolayı yapılan statik proje tadilatları	3,06	1,44
Statik proje ile saha şartlarının uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,99	1,40
Sihhi tesisat ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,57	1,39
Elektrik ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,48	1,36
Isıtma ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	2,40	1,36

Uygulama aşamasında ısıtma sistemi ile statik projelerin uyumsuzluğunun (2,40), elektrik projesi ile statik projelerin uyumsuzluğunun (2,48) ve sihhi tesisat ile statik projelerin uyumsuzluğunun (2,57) ise statik projelerde uygulama kaynaklı revizyona etkisinin ise düşük düzeyde olduğu yine Çizelge 4.24'de görülmektedir.

Çizelge 4.25. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Statik Uygulama)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği	0,900
Ki-Kare İstatistiği	960,777
Bartlett Küresellik Testi	Serbestlik Derecesi (df) 55
Önem Derecesi (Sig.)	0,000

Statik projelerde uygulama kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili olarak örneklem yeterlilik istatistikleri incelendiğinde veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO değerinin 0,900 ile mükemmel değerde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonuçlarına bakıldığında ise verilerin faktör analizinde kullanılabilirliği için önem derecesi değerinin 0,000 ile 0,05 değerinin altında ve uygun değerde olduğu görülmüştür. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri 0,948 olarak hesaplanmış olup anketin statik uygulama aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.26. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Statik Uygulama)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	7,282	66,198	66,198	7,282	66,198	66,198	4,917	44,701	44,701
2	1,097	9,975	76,173	1,097	9,975	76,173	3,462	31,472	76,173
3	,766	6,966	83,140						
4	,548	4,980	88,119						
5	,393	3,571	91,690						
6	,267	2,431	94,121						
7	,213	1,940	96,061						
8	,164	1,495	97,555						
9	,101	,921	98,476						
10	,089	,811	99,287						
11	,078	,713	100,000						

Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi

Çizelge 4.26 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %76,173' ünü açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %44,701' ini 2 nolu faktör ise %31,472' sini açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörün altında tasarım değişiklikleri ve hesap hataları ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı "*Tasarım ve Hesap Hataları Faktörü*" olarak adlandırılmıştır. 2 numaralı faktörde ise tesisat uyumsuzlukları ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör "*Tesisat Uyumsuzluğu Faktörü*" olarak adlandırılmıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Döndürülmüş faktör yükleri (Statik Uygulama)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı	
	1	2		
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	,885	,254	<i>Tasarım ve Hesap Hataları</i>	
Zemin mukavemetinin yanıltıcı olmasından dolayı statik projede yapılan tadilatlar	,868	,281		
Statik proje ile saha şartlarının uyuşmamasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	,777	,463		
Mimari ve statik proje uyuşmazlığı kaynaklı statik proje tadilatları	,765	,302		
Zemin su seviyesinin yanıltıcı olmasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	,756	,265		
İstenilen beton kalitesinin bölgede sağlanamamasından dolayı yapılan statik proje tadilatları	,730	,387		
Zemindeki altyapının iyi belirlenmemesinden dolayı yapılan statik proje tadilatları	,667	,533		
Mimari projede yapılan değişikliklerden dolayı yapılan statik proje tadilatları	,526	,362		
Elektrik ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,276	,920		<i>Tesisat Uyumsuzluğu</i>
Isıtma ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,356	,894		
Sihhi tesisat ve statik projelerin uyumsuzluğundan dolayı yapılan statik proje tadilatları	,404	,855		
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi				
Döndürme Metodu: Varimax.				

Çizelge 4.27 incelendiğinde statik hesap hataları, yanıltıcı zemin mukavemeti, saha şartlarının statik proje ile uyuşmazlığı, mimari ve statik proje ile uyumsuzluk, yanıltıcı zemin su seviyesi, beton standardının bölgede temin edilememesi, altyapının iyi belirlenmemesi, mimari değişiklikten kaynaklı alt sebeplerin 1 nolu tasarım ve hesap hataları faktörü altında toplandığı görülmektedir. Elektrik projeleri ile uyumsuzluk, ısıtma projesi ile uyumsuzluk, sıhhi tesisat projesi ile uyumsuzluk alt sebepleri ise 2 nolu tesisat uyumsuzluğu faktörü altında toplanmaktadır.

4.2.2.4. Mekanik proje kaynaklı revizyonlar

Süre ve maliyet artışına sebep olan mekanik proje kaynaklı revizyonların alt sebepleri tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonlar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyonlar

Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebepleri ile ilgili olarak Çizelge 4.28 incelendiğinde en önemli sebebin tip projelerin farklı iklim bölgelerinde uygulanmasından kaynaklı mekanik proje tadilatları (3,27) olduğu görülmektedir. Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçiş istekleri kaynaklı değişikliklerin (3,17), mimari projede yapılan değişikliklerin (3,15) ve tasarımcı mühendis ile kurum arasındaki talep farklılıklarının da (3,06) önemli oranda mekanik projelerde revizyonlara sebep olduğu yine çizelgeden anlaşılmaktadır (Çizelge 4.28).

Çizelge 4.28. Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi

Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Tip projenin farklı iklim koşullarında uygulanmasından kaynaklı mekanik proje tadilatları	3,27	1,25
Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçilmek istenmesinden kaynaklı mekanik proje tadilatları	3,17	1,33
Mimari projede yapılan değişikliklerden dolayı yapılan mekanik proje tadilatları	3,15	1,26
Projelendirme aşamasında tasarımcı mühendis ile kurum arasındaki talep farklılığından kaynaklı mekanik proje tadilatları	3,06	1,20
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan mekanik proje tadilatları	2,84	1,26
Kamu kurumları arasında yazışma ve iletişim eksikliği kaynaklı problemlerden dolayı mekanik proje tadilatları	2,83	1,20
Zemin etüdü sonuçlarından zemin su seviyesi kaynaklı mekanik proje tadilatları	2,82	1,32
Elektrik projesinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan mekanik proje tadilatları	2,81	1,30
Sıhhi tesisat projesinde boru tiplerinin değişiminden dolayı yapılan proje tadilatları	2,46	1,19

Sıhhi tesisat projesinin boru tiplerinin değişiminden kaynaklı tadilatı (2,46), elektrik projesinde yapılan değişiklikler (2,81), zemin su seviyesi kaynaklı değişikliklerin (2,82) ise mekanik projelerde revizyon etkisinin düşük değerde olan alt sebepler olduğu da yine çizelgede görülmektedir (Çizelge 4.28).

Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili olarak Cronbach's Alpha değeri 0,924 olarak hesaplanmış olup anketin mekanik tasarım aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir. Mekanik projelerde tasarım kaynaklı revizyonların sebepleri ile ilgili olarak temel bileşenler analizi sonucunda değişkenler tek faktör altında toplandığından faktör analizi sonuçlarına bu kısımda yer verilememiştir.

Mekanik projelerde uygulama kaynaklı revizyonlar

Uygulama kaynaklı mekanik revizyonların alt sebeplerini gösteren Çizelge 4.29 incelendiğinde mimari proje değişikliklerinin (3,25) en önemli sebep olduğu görülmektedir. Yapı alanına doğalgaz gelmesi, katı yakıttan doğalgaza geçiş istekleri kaynaklı değişiklikler (3,19) ve ısıtma-soğutma sisteminin mevsim koşulları dikkate alınmadan hazırlanması (3,13) ortalama değerleri dikkate alındığında diğer önemli revizyon alt sebepleridir. Kullanıcı taleplerinden kaynaklı proje tadilatlarının da (3,12) revizyona etkisinin olduğu çizelgeden anlaşılan bir diğer husustur (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29. Mekanik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebeplerine ait önem düzeyi

Mekanik projelerde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Mimari projede değişiklik yapılmasından kaynaklı olarak yapılan proje tadilatları	3,25	1,30
Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçilmek istenmesinden kaynaklı proje tadilatları	3,19	1,40
Mevsim koşullarının dikkate alınmadan ısıtma-soğutma projelerinin hazırlanmasından dolayı yapılan proje tadilatları	3,13	1,35
Kullanıcı taleplerinden kaynaklı proje tadilatları	3,12	1,21
Isı yalıtım hesabında yapılan hatalardan dolayı yapılan proje tadilatları	2,97	1,27
Zemin etüdü sonuçlarından zemin su seviyesi kaynaklı proje tadilatları	2,87	1,35
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan mekanik proje tadilatları	2,83	1,19
Teknoloji ve yeni malzeme türünün gelişmesinden kaynaklı proje tadilatları	2,83	1,33
Mevcut altyapının ısıtma-soğutma projesine uygun olmamasından dolayı yapılan proje tadilatları	2,81	1,30
Soğutma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden dolayı yapılan proje tadilatları	2,78	1,25
Yurt dışı malzeme maliyet problemlerinden kaynaklı proje revizyonları	2,77	1,42
Isıtma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden dolayı yapılan proje tadilatları	2,77	1,24
Kamu kurumları arasında yazışma ve iletişim eksikliği kaynaklı problemlerden dolayı mekanik proje tadilatları	2,74	1,31
Asansör kapasitesinin yetersizliğinden dolayı yapılan proje tadilatları	2,73	1,26
Elektrik projesinde yapılan değişikliklerden dolayı yapılan mekanik proje tadilatları	2,70	1,27
Yerli üretim malzeme kullanma isteği sonucu yaşanan proje tadilatı	2,60	1,33
Malzeme tedarik edilmesinde karşılaşılan güçlüklerden kaynaklı mekanik proje tadilatları	2,57	1,17
Sihhi tesisat projesinde boru tiplerinin değişiminden dolayı yapılan proje tadilatları	2,40	1,22

Sihhi tesisat projesinde boru tiplerinin değişimi (2,40), malzemenin tedarik edilmesindeki güçlükler (2,57), yerli üretim malzeme kullanma isteği (2,60), elektrik projesi değişiklikleri (2,70) ve asansör kapasitesinin yetersizliği (2,73) alt sebeplerinin ise uygulama aşamasında mekanik proje revizyonuna etkilerinin görece daha düşük değerde olduğu Çizelge 4.29' dan anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.30. Örneklem yeterlilik istatistikleri (Mekanik Uygulama)

Kaiser-Meyer-Olkin Örneklem Yeterlilik Ölçeği	0,883
Ki-Kare İstatistiği	899,656
Bartlett Küresellik Testi	Serbestlik Derecesi (df) 66
	Önem Derecesi (Sig.) 0,000

Mekanik projelere ait uygulama kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili olarak örneklem yeterlilik istatistikleri incelendiğinde veri setinin faktör analizine yeterliliğini ve uygunluğunu açıklayan KMO değerinin 0,883 ile mükemmele yakın değerde olduğu tespit edilmiştir. Bartlett küresellik testi sonuçlarına bakıldığında ise verilerin faktör analizinde kullanılabilirliği için önem derecesi değerinin 0,00 ile 0,05 değerinin altında ve uygun değerde olduğu görülmüştür. Bu aşamada Cronbach's Alpha değeri 0,956 olarak hesaplanmış olup anketin mekanik uygulama aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.31. Faktörlerin özdeğerleri ve açıklanan varyans (Mekanik Uygulama)

Faktör	Başlangıç Özdeğerleri			Faktör Çıkartımı (Yüklerin Kareleri Toplamı)			Faktör Çıkartımı (Döndürülmüş Yüklerin Kareleri Toplamı)		
	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif	Toplam	% Varyans	% Kümülatif
1	7,384	61,534	61,534	7,384	61,534	61,534	5,271	43,927	43,927
2	1,143	9,523	71,057	1,143	9,523	71,057	3,256	27,130	71,057
3	,812	6,766	77,823						
4	,645	5,378	83,201						
5	,492	4,097	87,298						
6	,448	3,731	91,030						
7	,279	2,326	93,356						
8	,236	1,967	95,323						
9	,214	1,785	97,108						
10	,172	1,433	98,541						
11	,122	1,014	99,555						
12	,053	,445	100,000						

Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi

Çizelge 4.31 incelendiğinde faktör analizi sonucu oluşan faktör yapısı toplam varyansın %71,057' sini açıklamaktadır. 1 nolu faktör toplam varyansın %43,927' sini 2 nolu faktör ise %27,130' unu açıklamaktadır. Oluşan faktörler incelendiğinde 1 nolu faktörde yapı sahibi ve çevre ile ilgili maddelerin toplandığı görülmektedir. Bu sebeple faktörün adı “*Dış ve İç Çevre Kaynaklı Faktörler*” olarak adlandırılmıştır. 2 numaralı faktörde ise ısıtma ve soğutma ile ilgili maddeler toplandığından bu faktör “*Isıtma-Soğutma Sistemi Tercih Değişikliği*” olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 4.32. Döndürülmüş faktör yükleri (Mekanik Uygulama)

Bileşen	Faktör		Faktör Adı
	1	2	
Yurt dışı malzeme maliyet problemlerinden kaynaklı proje revizyonları	,801	,226	<i>Dış ve İç Çevre Kaynaklı</i>
Yerli üretim malzeme kullanma isteği sonucu yaşanan proje tadilatı	,789	,177	
Isı yalıtım hesabında yapılan hatalardan dolayı yapılan proje tadilatları	,771	,353	
Mimari projede değişiklik yapılmasından kaynaklı olarak yapılan proje tadilatları	,743	,268	
Mevsim koşulları dikkate alınmadan ısıtma-soğutma projelerinin hazırlanmasından dolayı yapılan proje tadilatları	,729	,399	
Kullanıcı taleplerinden kaynaklı proje tadilatları	,729	,290	
Malzeme tedarik edilmesinde karşılaşılan güçlüklerden kaynaklı mekanik proje tadilatları	,711	,336	
Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçilmek istenmesinden kaynaklı proje tadilatları	,702	,388	
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan mekanik proje tadilatları	,663	,405	
Soğutma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden dolayı yapılan proje tadilatları	,300	,928	
Isıtma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden dolayı yapılan proje tadilatları	,282	,913	
Mevcut altyapının ısıtma-soğutma projesine uygun olmamasından dolayı yapılan proje tadilatları	,439	,781	
Çıkarım Metodu: Temel Bileşenler Analizi			
Döndürme Metodu: Varimax.			

Mekanik projelerde uygulama kaynaklı revizyonlar ile ilgili olarak yurt dışı malzemenin maliyet problemleri, yerli üretim kullanma isteği, ısı yalıtım hesap hataları, mimari proje değişiklikleri, mevsim koşulları dikkate alınmadan hazırlanan ısıtma-soğutma projeleri, kullanıcı talepleri, malzeme tedarik güçlükleri, katı yakıttan doğalgaza geçiş ve mevzuat

değişikliklerinin 1 nolu dış ve iç çevre kaynaklı faktörler altında toplanan alt sebepler oldukları Çizelge 4.32' den anlaşılmaktadır. Isıtma-soğutma sistemlerinde yapılan değişiklikler, mevcut altyapının uyumsuzluğu 2 nolu ısıtma-soğutma sistemi tercih değişikliği faktörü altında toplanan diğer alt sebepler olarak çizelgede görülmektedir.

4.2.2.5. Elektrik projelerinden kaynaklı revizyonlar

Süre ve maliyet artışına sebep olan elektrik proje kaynaklı revizyonların alt sebepleri tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonlar olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir.

Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyonlar

Çizelge 4.33 incelendiğinde ısıtma-soğutma sisteminde yapılan değişikliklerin (3,26) tasarım kaynaklı elektrik proje revizyonlarının en önemli sebebi olduğu görülmektedir. Mimari projelerde yapılan değişiklikler (3,25) ile ana dağıtım panosu, sayaç panosu ve kompanzasyon panolarında yapılan değişikliklerin (3,19) ise revizyona etkilerinin yüksek olduğu ortalama değerlerinden anlaşılmaktadır (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33. Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi

Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Isıtma-soğutma sisteminde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,26	1,27
Mimari projelerde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,25	1,31
Ana dağıtım panosu sayaç panosu ve kompanzasyon panolarında yapılan değişiklikler	3,19	1,33
İlgili idarenin standartları ile projenin uyumsuzluğu sebebiyle yapılan revizyonlar	3,17	1,24
Mevzuat değişikliklerinden kaynaklanan revizyonlar	3,17	1,37
Mekanik projelerde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,04	1,32

İlgili idarenin standartları ile projenin uyumsuzluğu (3,17) ve mevzuat değişikliklerinin (3,17) ortalama değerleri çizelgede görüldüğü gibi revizyonlar üzerinde etkili değerdedir. Mekanik projelerde yapılan değişikliklerin (3,04) ise elektrik projelerinde tasarım kaynaklı

revizyon sebepleri arasında daha düşük ortalama değere sahip olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.33).

Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili olarak çalışmada Cronbach's Alpha değeri 0,905 olarak hesaplanmış olup anketin elektrik tasarım aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir. Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyonların alt sebepleri ile ilgili olarak ise temel bileşenler analizi sonucunda değişkenler tek faktör altında toplandığından bu aşamada sınıflandırma yapılamamıştır.

Elektrik projeleri uygulama kaynaklı revizyonlar

Çizelge 4.34 incelendiğinde statik ve elektrik projelerinde çakışmaların (3,45) uygulama kaynaklı yaşanan en önemli revizyon sebebi olduğu görülmektedir. Elektrik alınacak nokta önceden belli olmadığı için ana kolon kablo kesitinde yapılan değişikliklerin ortalama değerine bakıldığında ise (3,36) ikinci önemli alt sebep olduğu anlaşılmaktadır. Kompanzasyon sistemleri ve reaktif güç ayarlarındaki değişiklikler (3,24), ana dağıtım panosu, sayaç panosu, kompanzasyon panolarında yapılan değişikliklerin (3,22) ise revizyona etkisi yüksek diğer alt sebepler oldukları çizelgede görülmektedir (Çizelge 4.34).

Çizelge 4.34 Elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyon alt sebeplerine ait önem düzeyi

Elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri	Ortalama	Standart Sapma
Statik ve elektrik projesindeki çakışmalardan dolayı yapılan revizyonlar	3,45	1,47
Enerji alınacak nokta önceden belli olmadığı için ana kolon kablo kesitinde yapılan değişiklikler	3,36	1,42
Kompanzasyon sistemleri ve reaktif güç ayarlarında değişiklikler	3,24	1,34
Ana dağıtım panosu sayaç panosu ve kompanzasyon panolarında yapılan değişiklikler	3,22	1,38
Dizel jeneratör gücünde ve besleme bölgelerindeki değişiklikler	3,13	1,26
Mevcut altyapının projeye uymamasından dolayı yapılan proje tadilatları	3,11	1,28
Mekanik projelerde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,10	1,33
Mimari projelerde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,10	1,22
Isıtma-Soğutma sisteminde yapılan değişiklikler kaynaklı proje revizyonları	3,04	1,32
İlgili idarenin standartları ile projenin uyumsuzluğu sebebiyle yapılan revizyonlar	3,00	1,22
Mevzuat değişiklikleri dolayısıyla yapılan elektrik proje tadilatları	2,95	1,31
Transfer panosunun sayısında ve içeriğinde değişiklikler	2,87	1,25
Elektrik tesisat projesinde kablo tiplerinin değişiminden dolayı yapılan proje tadilatları	2,84	1,26

Uygulama kaynaklı olarak elektrik tesisat projesinde kablo tiplerinin değişiminin (2,84) revizyona etkisinin oldukça düşük olduğu çizelgeden anlaşılan bir diğer husustur. Mevzuat değişiklikleri (2,95) ve transfer panosunun sayısında ve içeriğindeki değişikliklerin (2,87) ise elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyon sebepleri arasında etkisi düşük olan diğer alt sebepler olduğu yine çizelgede görölmektedir (Çizelge 4.34).

Elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyon alt sebepleri ile ilgili olarak Cronbach's Alpha değeri 0,953 olarak hesaplanmış olup anketin elektrik uygulama aşaması sorularının iç tutarlılığının yüksek güvenilir referans aralığında olduğu tespit edilmiştir. Elektrik projelerinde uygulama kaynaklı revizyonların sebepleri ile ilgili olarak ise temel bileşenler analizi sonucunda değişkenler tek faktör altında toplandığından bu aşamada sınıflandırma yapılamamıştır.

5. TARTIŞMA

Çalışmanın bu kısmında 2015 ve 2019 yılları arasında kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların ana ve alt sebepleri, bu revizyonların süre ve maliyete etkisi ve yaşanan revizyonların önlenmesi için çözüm önerileri; literatür bulguları, revizyon onay belgeleri, konu ile ilgili olarak ankete katılanların görüşleri ve bulgular ışığında tartışılmıştır.

5.1. Revizyon Onay Belgelerinden Elde Edilen Revizyonların Ana ve Alt Sebepleri ve Çözüm Önerileri

Kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların mimari sebepleri incelendiğinde (Çizelge 4.1) asansör boyutları ve tasarımının en sık görülen revizyon sebebi olduğu anlaşılmaktadır. Bilindiği üzere Çevre ve Şehircilik Bakanlığının 03.07.2017 tarihli planlı alanlar imar yönetmeliği ile kat alanı 800 m² üzerinde ve kat sayısı 3' ten fazla olan umumi binalarda en az 2 asansör zorunluluğu getirilmiştir. Genelde tek asansörlü olarak tasarlanan mimari projelerde yönetmelik değişiklikleri sonucu mimari projelerin revize edilmesi söz konusu olabilmektedir. Bu nedenle hazırlanan tip projelerde tasarım esnasında yukarıda belirtilen mimari projelerin tek asansörlü olarak tasarlanması gibi benzeri hususlara dikkat edilmesi, mevzuatta yer alan düzenlemelerin iyi algılanması ve uygulanması gerekmektedir.

Mimari alt sebeplerden ince işlerde yapılan değişikliklerin (Çizelge 4.1) ise bir diğer sık görülen revizyonlardan olduğu ve kullanıcı talepleri, mal sahibi kurum talepleri, malzeme temini, uygulanabilirlik, kullanım kolaylığı gibi sebeplerle uygulamada ince işlerde ve detaylarda revizyon ihtiyacının hasıl olabileceği anlaşılmaktadır. Enshassi, Arain ve Al-Rae (2010) çalışmalarında da özellikle malzeme tedariki ile ilgili problemlerin önemli revizyon sebepleri arasında olduğunu belirtmişlerdir. Assbeihat ve Sweis (2015) ise malzeme özelliklerinde yapılan değişikliklerin kapsamlı revizyonlara sebep olabileceğini vurgulamışlardır. Bu çalışmada da hazırlanan projelerde, özellikle ince işler safhasında, kullanıcı ve mal sahibi kurum taleplerinin titizlikle dikkate alınmasının, yapım işlerinde kullanılacak malzemelerin kalitesi ve temininin sağlanmasının, ilave olarak uygulanabilirlik ve ergonominin de göz önünde tutulmasının gerekli olduğu bir kez daha vurgulanmıştır.

Yerleşim planı revizyonlarının (Çizelge 4.1) ise mimari revizyonların bir diğer önemli alt sebeplerinden olduğu görülmektedir. Yerleşim veya diğer ismiyle vaziyet planları en fazla kullanıcı ve mal sahibinin istekleri doğrultusunda değiştirilmektedir. Binanın yönü, mevcut eski binalarla konumu, okul bahçesinin kullanım kolaylığı, öğrencilerin yola çıkış güzergahı, okul bahçesine itfaiye, kamyon, ambulans ulaşımı gibi sebeplerle revizyon talepleri okul idarelerinden ya da mal sahibi kurumdan gelebilmektedir. İmar planı revizyonları sonucu parselin kullanımı ile ilgili oluşan çekme mesafeleri değişikliklerinden kaynaklı olarak da vaziyet planları revize edilmektedir. Bu nedenle hazırlanan projelerde kullanıcı ve mal sahibi kurum taleplerinin titizlikle dikkate alınması ve mevzuatta yer alan düzenlemelerin iyi algılanması ve uygulanması gerekmektedir.

Mimari revizyon sebeplerinden dördüncü sırada çatı revizyonları (Çizelge 4.1) yer almaktadır. Tip proje olarak tasarlanan projeler bölgesel iklim koşulları sebebiyle değişiklik ihtiyacı doğurabilmektedir. Özellikle galeri boşluklu projelerin yüksek rakımlı ve kar yağışlı bölgelerde uygulanmasında çatı işlerinde revizyon ihtiyacı oluşmaktadır. Yine sert rüzgâr alan bölgelerde trapez saç kaplama çatıların uçma ihtimali daha yüksek olduğu için kiremit veya sürme esaslı malzeme ile revize edilebilmektedir. Bu nedenle yapım işlerinde tip projeleri direkt olarak almak yerine, bölgenin iklim koşullarına ve inşaat strüktürüne uygun kaliteli malzeme, bileşen ve elemanların kullanılması, diğer bir deyişle en iyi uygulama projelerinin alınıp, o projeye özgü değişikliklerin gerçekleştirilmesi/uyarlanması gerekmektedir. Arsa, iklim ve fizibilite verilerini kendine özel olarak değerlendirilip her okul inşası için özel mimari proje tasarlanmasının revizyon ihtiyacını azaltacağı, daha kullanışlı yapılar üreteceği düşünülmektedir.

Mimari revizyon sebeplerinden yasal düzenlemelere uyum ve yetersiz şantiye sahası gözetimi alt sebeplerinin ise beşinci ve altıncı sırada yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.1). Hsieh, Lu ve Wu (2004) yasal düzenlemelerde yapılan değişikliklerin özellikle bina projelerinde revizyonlara sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Erişilebilirlik, enerji verimliliği, yangın, iş güvenliği gibi konularda yönetmelik değişiklikleri mimari projelerin revizyonuna sebep olabilecek yasal düzenlemelerdendir. İlave olarak şantiye sahasının yeterince incelemeyen hazırlanan mimari projeler de uygulamada revizyon ihtiyacı doğurmaktadır. Bu nedenle henüz avan proje aşamasında şantiye sahasının incelenerek gerekliliklerin tespit edilip, projelerin bu doğrultuda hazırlanması, hazırlanacak projeler için mevzuatta yer alan düzenlemelerin doğru algılanması ve uygulanması gerekmektedir.

Statik proje revizyonlarının en sık karşılaşılan alt sebebi olarak ise çalışmada temel tasarımının değişimi olarak belirtilmiştir (Çizelge 4.1). Yanıltıcı zemin etütleri, yönetmelik değişiklikleri, yer altı su seviyesindeki değişiklikler, eğimli araziler gibi sebepler temel tasarımında revizyona gidilmesine sebep olmaktadır. Günhan ve diğerleri (2007) inşaat sahasında özellikle kazı esnasında gözlemlenen beklenmeyen durumların önemli revizyon sebepleri arasında yer aldığını belirtmişlerdir. Bu nedenle saha incelemeleri ve zemin etütlerinin yapılarak, mevzuatta yer alan düzenlemelerin projelere yansıtılması gerekmektedir.

Statik proje revizyonlarının ikinci sıradaki alt sebebi olarak çalışmada taşıyıcı sistem revizyonlarına (Çizelge 4.1) yer verilmiştir. Taşıyıcı sistem revizyonları genel olarak mimari projelerde meydana gelen revizyonlardan kaynaklanmaktadır ve bu nedenle proje taşıyıcı sistem gerekliliklerinin daha tasarım aşamasında proje paydaşları ile birlikte (proje müellifleri, mimar ve mühendisler vb.) incelenmesi ve gerekli görülen değişikliklerin statik projelere yansıtılması gerekmektedir.

Uygulamada projelerdeki beton sınıflarına ulaşabilmenin coğrafi olarak mümkün olmadığı durumlarda, statik projeler ulaşılabilir beton sınıfları ile yeniden projelendirilmektedir. Çalışmada beton sınıfı değişimi, üçüncü sıradaki statik proje revizyon alt sebebi olarak belirtilmiştir (Çizelge 4.1). Uygulamada bu tarz gerekliliklerin /değişikliklerin statik projelere yansıtılması gerekmektedir.

Eldeki veri grubundan mekanik proje revizyonlarının tek alt sebebi çalışmada ısıtma-soğutma sistemi revizyonları olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Genellikle tip proje olarak tasarlanan ısıtma-soğutma sistemleri farklı iklim koşullarında revizyon ihtiyacına sebep olmaktadır. Ayrıca okulun yapılacağı bölgeden doğalgaz hattının geçmesi, mal sahibi ve kullanıcının bu yönde taleplerine sebep olmaktadır. Bu nedenle mekanik proje sistem gerekliliklerinin daha tasarım aşamasında proje paydaşları ile birlikte incelenmesi ve gerekli görülen değişikliklerin mekanik projelere yansıtılması gerekmektedir.

Elektrik proje revizyonlarının en önemli iki alt sebebi çalışmada elektrik kablo revizyonu ve asansör kapasite artışı olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Genellikle ilgili enerji dağıtım firmasından alınan enerji müsaadesine göre ana kolon hattının kesitlerinde revizyonlar söz konusu olabilmektedir. İlave olarak asansör kapasite artışları ile ilgili yönetmelik

değişiklikleri de revizyonlara sebep olabilmektedir. İnşa aşamasında çıkan yeni yönetmeliklerde yer alan diğer değişiklikler de revizyon ihtiyacı doğurabilmektedir. Elektrik proje revizyonlarının diğer alt sebepleri ise çalışmada; ışıklandırma sistemi revizyonu, trafo güç artışı ve kamera sistemi revizyonu şeklinde sıralanmıştır. Uygulamada aydınlatma armatürleri ve projektörler tasarruflu led armatürler ve led projektörler ile revize edilmektedir. Eski yapılar yıkılarak yeni bina yapılan uygulamalarda, yapılan yeni binanın güç ihtiyacı arttığından, enerjinin alınacağı trafonun gücünün de artırılması gereği doğmakta ve dolayısıyla revizyona gidilmektedir. Yine daha önce kullanılan analog kameralar, yeni IP ve çözünürlüğü yüksek kamera sistemleri ile revize edilmektedir. Bu nedenle elektrik projesi tasarım ve yapım işi ile ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliğine gidilmeli, mevzuatta yer alan düzenlemelerin algılanması, içselleştirilmesi ve gerekliliklerin/değişikliklerin/yeniliklerin de elektrik projelerinin tasarım ve yapım aşamalarına ivedi bir şekilde yansıtılması gerekmektedir.

Gerek ısıtma-soğutma sistemi, gerekse elektrik tesisat revizyonları kullanılan malzeme veya donanım değişikliklerini kapsamaktadır. Enshassi ve diğerleri (2010) bu tür değişikliklerin; tasarım değişikliklerinden başlayıp, finansal problemler, sözleşme ve eklerinin yetersizliği, malzeme ve donanım konularında bilgi yetersizliği, malzeme veya donanım temininde yaşanan sıkıntılar, proje paydaşları arasında koordinasyon eksikliği başlıkları altında birçok faktörden kaynaklandığını, bunun da büyük çaplı revizyonlara sebep olduğunu ve proje performansına olumsuz etkileri olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu sebeple özellikle bu tür revizyonların yaşanmaması için gerekli tedbirlerin alınması büyük önem arz etmektedir.

5.2. Revizyon Onay Belgelerinden Elde Edilen Revizyonların Proje Süresi ve Maliyetine Etkisi ve Çözüm Önerileri

Çalışmanın bu kısmında revizyon onay belgelerinden elde edilen revizyonların proje süresi ve maliyetine etkisi incelenmiş ve çözüm önerileri sıralanmıştır.

Mimari proje revizyonu alt sebeplerinin süre ve maliyete etkisi incelendiğinde ince işlerde yapılan değişikliklerin maliyeti en çok artıran alt sebep olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Bu sonuç ince işlerde yapılan revizyonların gerektirdiği malzeme ve işçilik giderlerinin, projelerdeki diğer imalat giderlerinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Yine mimari proje kaynaklı alt sebeplerden yetersiz şantiye sahası gözetiminin ise süre artışını en çok artıran alt sebep olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.2). Sahanın projelendirme aşamasında yetersiz gözlemlenmesi inşa süresini %45,33 oranında artırmaktadır. Ortalama bir yıl olan inşa süresi yaklaşık bir buçuk yıla sarkmaktadır. Bu şekilde hem yatırım süreci uzamakta hem de okul ihtiyacı olan bölgelerde aksaklıklar yaşanmaktadır.

Statik proje revizyonlarının maliyeti en çok artıran alt sebebi ise temel tasarımı değişiklikleridir (Çizelge 4.2). Bunun sebebi temelde kullanılan beton ve demir miktarının genel maliyet porsantajı içindeki payının yüksek olmasıdır. Yapılan temel sistemi revizyonu, maliyeti direkt olarak artırmaktadır. Yine statik proje revizyonlarının süreyi en fazla artıran alt sebebi ise % 49,67 ile taşıyıcı sistem revizyonlarıdır (Çizelge 4.2). Bu oran inşa sürecinin etkili ve verimli kullanımına oldukça zıt bir durum oluşturmaktadır. Taşıyıcı sistemin revize edilmesine sebep olan durumun yeterince analiz edilmemesi, yeniden projelendirme ve onay süreçlerinin fazla olması yaşanan süre artışının sebepleri olarak düşünülmektedir.

Mekanik proje revizyonu alt sebebi olan ısıtma-soğutma sistemi revizyonunun süre ve maliyete etkisi incelendiğinde ise maliyet etkisinden ziyade süre artışı etkisinin %22,21 oranı ile daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4.2). Bu aşamada verilen değişiklik kararı, mevcudun yerine uygulanacak yeni sistemin belirlenmesi, yeniden projelendirme ile ısıtma-soğutma hesaplarının yapılması ve onay süreçlerinin fazla olması süre artışına neden olan sebeplerdir.

Elektrik projeleri revizyonlarının alt sebepleri ile ilgili olarak çalışmada kamera sistemi revizyonu maliyetinin %3 oran ile maliyeti en çok artıran alt sebep olarak görülmektedir (Çizelge 4.2). Yeni IP ve çözünürlüğü yüksek kamera sistemlerinin görece daha pahalı sistemler olması maliyeti artırmaktadır. Işıklandırma sistemi revizyonları ise %27 ile süre artışını en çok artıran alt sebeptir (Çizelge 4.2). Yine burada tasarruflu led armatürlerin, kullanıcı ve mal sahibi idarenin isteği doğrultusunda, aydınlatma kalitesi ve kullanım ömrünün uzunluğu sebebiyle talep edilmesi, ve onay süreçlerinin fazla olması ilgili sürenin artmasına sebep olmaktadır. Bu çerçevede enerji müsaadesi ve trafo güç artışları ile ilgili olarak ilgili enerji dağıtım firması ile henüz tasarım aşamasında okulun kurulu enerji gücünün tam olarak belirtilerek taraflarca görüşülmesi ve çözüm üretilmesinin inşa sürecini rahatlatacağı, revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

Bu aşamada; inşaat sahasının projelendirme aşamasında iyice gözlemlenmesinin, taşıyıcı sistemin analizinin detaylıca yapılmasının, yeniden projelendirme ve onay süreçlerinin kısaltılmasının, mevcudun yerine uygulanacak yeni teknolojik sistemlerin belirlenmesinin ve gerekli hesaplarının yapılmasının, yapılacak değişikliklerin tüm taraflarca görüşülerek çözümlerin üretilmesinin inşa sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

5.3. Kamu Okul İnşaatı Proje ve Yapım İşlerinde Revizyonların Ana ve Alt Sebeplerinin Ankete Dayalı Sınıflandırılması ve Çözüm Önerileri

Bu kısımda ise kamu okul inşaatı proje ve yapım işlerinde revizyonların ana ve alt sebepleri yapılan anket çalışması ile incelenmiş ve sınıflandırılmıştır. Çalışmada revizyonların ana ve alt sebepleri aynı zamanda çözüm önerileri için önemli hususlar olarak değerlendirilmelidir.

5.3.1. Fizibilite kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri

Anket çalışmasının analizinden fizibilite kaynaklı revizyon alt sebepleri incelendiğinde en yüksek ortalama değerdeki alt sebebin yetersiz arsa keşfi olduğu görülmektedir (Çizelge 4.8). Oladapo (2007) sözleşme ve eklerinin hazırlanması için yeterli sürenin ayrılmamasının önemli revizyon sebeplerinden olduğunu belirtmektedir. Burada arsanın keşfinin tüm paydaş mimarlık mühendislik branşları ile aynı anda ve birlikte sahada

olmasının bir gereklilik olduğu söylenebilir. Çünkü farklı dallarda sahada belirlenecek etmenler silsile yoluyla tüm branşların projelerini ve inşa süreçlerini etkilemektedir. Bazen projelerin yatırım aciliyetleri, örneğin bölgede okul ihtiyacının aciliyeti, hızlı hareket etme talep ve isteklerine sebep olmakla birlikte, sahanın yeterli keşfini engellememelidir.

Ülkemizde dünya ile birlikte zemin yapısı ile ilgili çalışmaların önem kazandığı bir süreçte, zemin yapısının belirlenmesinde yaşanan eksiklik ve hatalar fizibilite kaynaklı bir diğer alt sebeptir (Çizelge 4.8). Burada özellikle zemin su seviyesi mevsimlere göre değişkenlik gösteren bölgelerde istenilen derinliğe inmeden karşılaşılan su, temel imalatını engellemekte, suyun tahliyesini gerektiren altyapı ve mekanik imalatları zorunlu kılmaktadır. Zemin suyunun yüzeye çok yakın olması, özellikle kış aylarında binanın tesliminden sonra kullanım aşamasında bodrum katların nemlenmesi ve ince işlerin zarar görmesine sebep olmaktadır. Her ne kadar temel ve bodrum kat yalıtımları yapılsa da su zamanla bu malzemelere de zarar vermekte ve sızıntılara sebep olmaktadır. Bu nedenle binaların mutlaka gelişmiş drenaj sistemleri ile sudan korunması gerekmektedir. Zemin suyu çok yüksek olan bölgelerde bodrum kat yapılmaması bunun yerine buradaki mahallere üst katlarda yer verilmesi binalarımızın daha uzun ömürlü, hijyenik ve sağlıklı olmasını sağlayacaktır.

Mevcut tesisat altyapılarının doğru projelerine ulaşamamak ya da projelerdeki hatalar ise söz konusu keşifler yapılırken metrajları doğrudan etkilemektedir. İnşa aşamasına gelindiğinde mevcut tesisat projelerinin sahada karşılığının bulunmaması ya da yapılan yanlışlıklar imalatta önemli fizibilite kaynaklı revizyon sebeplerini doğurmaktadır (Çizelge 4.8).

Çalışma sonucunda fizibilite kaynaklı revizyonların sebepleri ile ilgili olarak; altyapı ve arsa keşiflerinin ana revizyon grupları olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.11). Bu safhada inşaat sahasının ve zemin yapısının yeterli keşfinin yapılmasının, yapının gelişmiş drenaj sistemleri ile korunmasının, tesisat projelerinin hatasız kurgulanmasının ve mevcut tesisat projelerinin sahada karşılığının olmasının inşa sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

5.3.2. Mimari projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri

Mimari tasarım aşamasındaki revizyonların sebepleri incelendiğinde, tadilat ve değişiklik istemi kaynaklı faktörler ve yapı sahibi, proje müellifi ve detay eksikliği kaynaklı faktörler şeklinde bir gruplanmanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.15). Bu safhada şantiye sahasının yetersiz incelenmesinin en yüksek ortalama değere sahip alt sebep olduğu görülmektedir (Çizelge 4.12). Yetersiz saha keşfi mimari projelerin ardından diğer mühendislik projelerinin de revize edilmesine sebep olmaktadır. Yine kullanıcının talepleri ve ihtiyaçları, mimari projelerin tasarım aşamasında revizyona uğramasına sebep olan önemli alt sebeplerdendir. Ahmed, Hasan, Jrad ve Dlask (2016) mal sahibinin karar ve cevap verme süresinde yaşanan gecikmelerin, iş yeri tesliminde yaşanan gecikmelerin ve ön çalışmalar tamamlanmadan uygulamaya erken başlama arzusunun revizyonlara sebep olduğunu belirtmişlerdir. Bu aşamada ihtiyaçların doğru belirlenmesi ve bölgesel kültürel farklılıklar sebebiyle kullanıcıların mimari tasarım aşamasında aktif ve etkili katılımlarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Mimari projeler okul yapım işlerinde oldukça detaylı projelerdir. Bu detayların bazen kişisel hatalarla unutulması ya da gözden kaçması revizyonlara sebep olabilmektedir. Burada projenin aciliyeti ve iş yoğunluğunun oluşturduğu baskının hata yapmayı kolaylaştırdığı düşünülmektedir. Ahmed ve Arocho (2021) proje planlarında yapılan ön incelemelerin tasarım hatalarını erken safhada belirlemede önemli bir etken olarak belirlemişlerdir. Bu aşamada mimari ve statik projeler birbirini direkt etkileyen çalışmalardır. Statik projelerde yapılan tadilatlar mimari projelerin revize edilmesini gerektiren önemli alt sebeplerdendir (Çizelge 4.12).

Tasarım aşamasında projelerin tamamlanmasının ardından mevzuatta yapılan değişiklikler ve mevcut projelerin yeni mevzuata uyumsuzluğu önemli revizyon sebeplerindendir. Yapım işlerinde çalışan birimlere mevzuat değişiklikleri hakkında erkenden bilgilendirme yapmanın revizyon gereksinimlerini azaltacağı düşünülmektedir. Projelendirme işleminin tamamlanmasından sonra ihtiyaç listesinin dışında yeni mekân talepleri ile ilgili fikir değişiklikleri de revizyona sebep olmaktadır. Elektrik ve mekanik projelerde yapılan tadilatların ise mimari projelerin tasarım aşamasında etkisinin görece daha düşük olduğu

görülmektedir (Çizelge 4.12). Bu durum elektrik ve mekanik projelerinin mimari projeleri bozmadan revize edilebilmesinden kaynaklanmaktadır.

Mimari uygulama aşamasında ise mevzuat, altyapı ve proje değişiklikleri ile proje ve ekleri ile malzemeler ve fiziki şartlardan dolayı yaşanan değişiklikler şeklinde bir gruplamanın olduğu görülmektedir (Çizelge 4.19). Bu safhada projede verilen detayların yetersizliğinden kaynaklanan proje tadilatlarının en önemli alt sebep olduğu görülmektedir (Çizelge 4.16). Yetersiz detaylar; taraflar arasında anlaşmazlıklara, proje süresinin uzamasına ya da verimlilik ve üretkenlikte aksamalara sebep olabilmektedir. Khalafallah ve Shalaby (2019) iş kapsamının zayıf tanımının revizyonlar için ortak bir teknik neden olduğunu bu sebeple ilgili kurumların işi oluşturan süreçlerde istenen netliği sağlaması gerektiğini belirtmişlerdir.

Yapım aşamasında fiziki şartlarda revizyona neden olan bir diğer husustur. Bu fiziki şartlar; sahanın eğimi, yol kotuna göre durumu, etrafındaki yapıların konumu gibi sebeplerdir. Bazen de kullanışlılık ya da güvenlik gibi sebepler de projelerin değişmesine sebep olmaktadır.

Tasarım aşamasında seçilen malzemeler de uygulama sırasında; kullanışlılık, kalite, sızdırmazlık, dayanım gibi sebeplerle uygunluk göstermemesi durumunda da kullanımı uygun olan malzemeler ile değiştirilmektedir. Mimari projelerin eklerinde, örneğin çatı projesinde yapılan hatalar, uygulama sırasında mimari projelerin revize edilmesine sebep olmaktadır. Tip projelerin farklı bölgelerde uygulanması sırasında da; iklim, çevresel koşullar, yağış rejimi gibi fiziksel sebeplerle binanın mantolama, çatı, pencere gibi mimari detaylarının değişmesine neden olmaktadır. Ayrıca tasarım aşamasında sahanın yeterince incelenmemesi de, uygulama sırasında vaziyet planlarının değiştirilmesine sebep olmaktadır. Uygulamada kullanıcının talepleri, kullanım ile ilgili gereksinimleri ise mimari projelerde değişiklik gerektiren diğer bir alt sebeptir. Bir mahalın kullanım amacı ya da ebatlarının değiştirilmesi söz konusu taleplerden kaynaklanmaktadır.

Statik projelerde yapılan değişiklikler genel olarak mimari projeleri direkt olarak etkilemektedir. Özellikle taşıyıcı sistemde yapılan değişiklikler, ilgili elemanın mimari projede bulunduğu konumda revizyonlara sebep olmaktadır. Projelendirme aşamasında ise kurum pozlarında bulunan bir malzeme, uygulamada çeşitli sorunlara sebep

olabilmektedir. Malzeme seçiminde yapılan hatalar ya da bilgi eksikliğinden kaynaklı hataların uygulama aşamasında fark edilmesi, nokta detaylarında revizyona gidilmesi gereğini doğurmaktadır. Plankotede verilen kotlarda yapılan hatalar da beraberinde statik projelerde ve vaziyet planında revizyonlara sebep olabilmektedir. Uygulama aşamasında mahallerin ebatları veya kullanılan detayların kurum içi kullanım ihtiyaçlarını karşılamaması durumunda da mimari projelerin revizyonu gerekebilir. Yine projede seçilen malzemenin ithal ürün olması, dönemsel temin sıkıntısı gibi sebeplerle yerli üretimin temin edilebilir ürünlerle değiştirilmesi de uygulama aşamasında yaşanan revizyonlardandır. Uygulama sırasında asansör, yangın, sığınak, otopark, iş güvenliği gibi mevzuat değişiklikleri de projelerin mevzuata uyum problemini doğurmakta ve projelerde zorunlu olarak değişiklik gerektirmektedir. Kadastrodan alınan belgelerde, örneğin aplikasyon krokisinde köşe koordinatlarındaki hatalar, vaziyet planının değişmesine sebep olmaktadır. Elektrik, sıhhi tesisat ve altyapı değişiklikleri mimari projelerde revizyona gidilmesini daha düşük ortalama değerlerde etkileyen faktörlerdendir (Çizelge 4.16). Örneğin, sonradan eklenen bir tesisat borusunun ya da elektrik hattının gizlenmesi mimari detaylarda değişikliğe sebep olabilmektedir.

Bu aşamada; şantiye sahasının yeterli keşfinin yapılmasının, tasarımın tüm tarafların katılımıyla ayrıntılı bir şekilde kurgulanmasının varsa hataların erken safhada belirlenmesinin, projelerin mevzuat ile uyumlu olmasının, saha şartlarına uygun biçimde yapım işlerinin planlanmasının, projeye uygun malzeme ve donanım tercihi yapılmasının mimari projelerin tasarım ve uygulama sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

5.3.3. Statik projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri

Statik projelerde tasarım kaynaklı temel revizyon sebepleri incelendiğinde, tesisat uyumsuzluğu ve tasarım, hesap ve mevzuat değişiklikleri şeklinde bir sınıflamanın olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.23). Bu safhada mimari ve statik projelerin uyumsuzluğu tasarım aşamasında en önemli alt sebep olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.20). Alshdiefat ve Aziz (2018) mühendislik kaynaklı revizyon sebeplerini; tasarım hataları, tasarım eksiklikleri, öngörü hataları ve tasarımın sözleşme dökümanı ile uyumsuzluğu olarak belirlemişlerdir. Örneğin, mimari ve statik projedeki kotların uyumsuzluğu tasarım

değişikliklerini gerektirmektedir. Çeşitli sebeplerle mimari projelerde yapılan değişiklikler ise statik projelerin değişimini zorunlu kılabilir. Örneğin, tasarım aşamasında zemin etütlerinde hata yapıldığının fark edilmesi statik tasarımın yeniden yapılmasını gerektirmektedir. Statik proje tamamlandıktan sonra hesaplarda hata olduğunun fark edilmesi tasarımın yenilenmesine de sebep olabilmektedir. Statik proje tamamlandıktan sonra mevzuat değişiklikleri de, örneğin bina deprem yönetmeliği değişiklikleri, tasarımı yenileme gereği doğurmaktadır. Ortalama değerleri görece daha düşük olan asansör, mekanik, elektrik proje uyumsuzlukları ise statik proje revizyonlarına sebep olan diğer alt sebeplerdendir (Çizelge 4.20).

Statik projelerin uygulama kaynaklı revizyon alt sebepleri incelendiğinde ise tasarım ve hesap hataları ile tesisat uyumsuzluğu şeklinde bir sınıflamanın olduğu anlaşılmaktadır (Çizelge 4.27). Bu safhada mimari projelerde yapılan değişikliklerin ilk sırada yer aldığı görülmektedir (Çizelge 4.24). Hanna, Camlik, Peterson ve Nordheim (2002) tasarım aşamasında mimar-mühendis koordinasyonunun ve iş birliğinin, tasarım sorunlarının uygulama aşaması öncesinde çözülmesini sağlayarak revizyon etkisini azaltacağını belirlemişlerdir. Zemin su seviyesinin yanıltıcı olmasından (kış aylarında yüzeye çok yakın olması veya mevsimsel değişiklik göstermesi) dolayı da revizyonlar söz konusu olabilmektedir. Çok yüksek olan zemin suyu temel imalatını engellemekte suyun uzaklaştırılmasını gerektiren ilave işler doğurmaktadır. Uygulama aşamasında mimari proje ile statik proje arasındaki uyumsuzluklar da söz konusu olabilmektedir. Tasarım aşamasında bazen gözden kaçan hatalar uygulama aşamasında karşımıza çıkmaktadır. Örneğin, zemin etütlerinde yapılan hatalar, tasarım aşamasında fark edilmeyip, uygulama aşamasında temel kazısı yapıldığında ortaya çıkabilmektedir ve zemin yapısının tasarım aşamasından farklı mukavemette olması statik projelerde revizyona sebep olabilmektedir. Alnuami, Ramzi, Mohammed ve Al-Harhi (2010) revizyonların müşteri taleplerinden sonraki en önemli sebebinin, zemin koşullarıyla alakalı ulusal bilgi ağında yaşanan eksikliklerden kaynaklandığını belirtmişlerdir. Coğrafi koşullar ve bölgede beton santralinin olmaması veya bu santralin şantiye sahasına mesafesinin çok fazla olması, istenilen beton sınıfına ulaşılamaması statik projelerin değişimini gerektirmektedir.

Sihhi, elektrik, ısıtma projelerinin statik proje revizyonuna etkisi ise görece daha düşük ortalama değere sahiptir (Çizelge 4.24). Tesisat projelerinin statik projelere en önemli etkisi ise taşıyıcı elemanın içinden geçerek kesit etkisini azaltmasıdır. Her ne sebeple

olursa olsun statik elemanların kesitlerini azaltacak tesisat uygulamalarına bu aşamada özellikle gidilmemesi gerekmektedir.

Bu aşamada; mimari, mekanik, elektrik projeleri ile statik projeleri arasında uyumun olmasının ve yine bu projelerin mevzuat ile tam olarak uyuşmasının tasarım ve uygulama sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

5.3.4. Mekanik projelerde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri

Mekanik projelere ait tasarım kaynaklı revizyon sebepleri incelendiğinde ise tip projelerin farklı iklim koşullarında değişiklik ihtiyaçlarının ilk sırada olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28). Kim, Miller ve Kim (2020) revizyonlardan en fazla etkilenen üretimin beton imalatı olduğunu, maliyeti en fazla etkileyen revizyonun ise ısıtma-soğutma ve havalandırma imalatlarında gerçekleştiğini vurgulamışlardır. Çok soğuk olmayan bölgelerde katı yakıt yerine değişken debili soğutucu akışkan sistemleri (VRF) gibi elektrikle çalışan sistemler, hem daha çevreci hem de ısıtma-soğutmayı tek bir sistemle yapabileceği sunan sistemlerdir. Tasarım aşamasında bölgeye doğalgaz sisteminin döşenmesi katı yakıt kullanımından vazgeçilerek doğalgaz sistemine geçiş taleplerini getirmektedir. Mimari projenin değişmesi de mekanik projelerin revizyonunu beraberinde getirmektedir. Örneğin, bir WC mahalının mimari olarak değişimi tesisat projelerinin de değişmesini gerektirmektedir. Diğer projelerde olduğu gibi tasarım aşamasında mekanik projeler kurum taleplerinden kaynaklı olarak revize edilebilmektedir. İlave olarak, mevzuat değişiklikleri, örneğin yangın yönetmeliği değişikliği, ilgili tesisatın revizesini gerektirebilmektedir. Zemin su seviyesinin beklenenden farklı özellikleri de mekanik olarak suyun uzaklaştırılmasını gerektiren sistemlerin değiştirilmesine sebep olmaktadır. Elektrik projelerinde yapılan değişikliklerin ve tesisat projesinde boru tiplerinde yapılacak değişikliklerin, tasarım aşamasında mekanik proje revizyonu üzerinde daha az etkili olduğu görülmektedir (Çizelge 4.28).

Mekanik proje uygulama kaynaklı temel revizyon sebeplerinin çoğunlukla dış ve iç çevre kaynaklı faktörlerden ve ısıtma-soğutma sistemi tercih değişikliğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır (Çizelge 4.32). Bu safhada en önemli alt sebeplerin mimari sebepler olduğu gözlenmiştir (Çizelge 4.29). Örneğin, doğalgazın yapım aşamasında bölgeye

ulaşması, proje revizyonu gerektiren sebeplerdendir. Tasarım aşamasında mevsim koşulları dikkate alınmadan hazırlanan projeler uygulamada maalesef yeterli iklimlendirmeyi sağlamayacağı gerekçesiyle revize edilmek zorunda kalınmaktadır. Örneğin, ısı yalıtım hesabında yapılan hatalar uygulama aşamasında fark edilirse ilgili iklimlendirme projesinin değiştirilmesine sebep olmaktadır. Yine uygulamada zemin suyunun temelden uzaklaştırılması için pompa sayısı veya kapasitesinin değiştirilmesi de gerekebilmektedir. Tasarım aşamasında olduğu gibi uygulamada da mevzuat değişiklikleri yine mekanik proje revizyonlarına sebep olmaktadır. Örneğin, yangın yönetmeliği veya sığınak yönetmeliği değişiklikleri, ilgili mekanik projelerin revizyonunu gerektirmektedir. Yeni teknolojik bir ürün, projedeki mekanik parçadan daha iyi hizmet edecekse burada revizyon gerekebilmektedir. Soğutmada bazen pahalı merkezi sistemler yerine split klimalar kullanımı oluşabilecek arızaların kullanıcı tarafından daha kolay ve düşük maliyet ile aşılabilmesine olanak vermekte ve bu yönde kullanıcı talepleri yaşanabilmektedir. Homaid, Eldosouky ve Ghamdi (2011) mal sahibinin gereksinimleri nedeniyle proje kapsamının değişmesinin proje revizyonları için en sık karşılaşılan ve süre ve maliyet artışına neden olan en önemli revizyon sebebi olduğunu belirtmişlerdir. Bazen yurt dışından gelen mekanik ürünler ile ilgili olarak maliyet ve temin problemleri yaşatabilmekte, yerine yerli ürünler tercih edilebilmekte ve bu durumda yine revizyonları beraberinde getirmektedir.

Bu aşamada; tip projelerde belirtilen ve değişiklik gerektiren hususların kullanıcı talepleri dikkate alınarak bölgesel olarak önceden belirlenmesi önemli olmaktadır. Yine mimari, statik ve elektrik projeleri ile mekanik projeler arasında uyumun olmasının ve mekanik projeler ile mevcut mevzuatın tam olarak uyuşmasının da bu projelerin tasarım ve uygulama sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

5.3.5. Elektrik projelerinde tasarım ve uygulama kaynaklı revizyonların alt sebepleri ve çözüm önerileri

Elektrik projelerinde tasarım kaynaklı revizyonlar incelendiğinde ısıtma-soğutma sistemi değişikliklerinin en yüksek ortalama değere sahip revizyon sebebi olduğu görülmektedir (Çizelge 4.33). Tasarım aşamasında doğalgaz ya da katı yakıt olarak tasarlanan ısıtma-soğutma sisteminin sonradan VRF ya da split klima sistemlerine revize edilmesi neticesinde fazladan elektrik gücü ilave edilmektedir. Mimari projelerde yapılan değişiklikler yine elektrik projelerinde revizyona neden olan ortalama değeri yüksek alt

sebeplerdendir (Çizelge 4.33). Örneğin, mimaride cephe kaplamasında yapılan değişiklikler ya da binanın güneye bakan cephesinde pencere sayısının azaltılması sonucu enerji sarfiyatındaki değişiklikler proje revizyonuna sebep olmaktadır. Yine tasarım aşamasında şönt reaktörlerin proje edilmemesi sonucunda elektrik faturalarında cezai durum yaşanmaması için ana dağıtım panosu, sayaç panosu ve kompanzasyon panolarında revizyona gidilmesi gerekebilmektedir. Jadhav ve Bhirud (2015) gerçekçi olmayan veya hatalı tasarımları, mal sahibi kaynaklı ve yüklenicinin tasarım aşamasına katılım eksikliği kaynaklı alt sebeplerin ardından üçüncü önemli alt sebep olarak belirlemişlerdir. Yine mevzuattan kaynaklanan revizyonlar da söz konusu olabilmektedir. Buna örnek olarak asansör yönetmeliğinin değişmesi sonucu elektrik projelerinde yapılan revizyonlar verilebilir. Sığınak yönetmeliği ile ilgili mevzuat değişiklikleri jenaratör zorunluluğu getirmesinden kaynaklı olarak yine elektrik projelerinde revizyona neden olabilmektedir. Mekanik projelerde yapılan değişiklikler, ortalama değeri düşük olmasına karşın uygulamada elektrik proje revizyonuna neden olabilmektedir (Çizelge 4.33). Örneğin, bölgenin kanalizasyon sisteminin yetersizliği ve kanalizasyon kotunun yeterli derinlikte olmaması, fazladan pompa ihtiyacı doğurmakta ve elektrik projelerinde revizyona sebep olmaktadır.

Uygulama aşamasında yaşanan elektrik proje revizyonu alt sebepleri incelendiğinde ilk sırada statik projeler ile çakışma durumu görülmektedir (Çizelge 4.34). Elektrik kabloları, buat, elektrik borusu, anahtar, priz ve aydınlatma armatürlerinin betonarme elemanlarla çakışması uygulamada revizyona sebep olabilmektedir. Enerji alınacak noktanın mesafesi ve enerji alınacak noktanın trafo binası, sokak dağıtım kutusu veya elektrik direği olmasına göre ana kolon kablo kesit ve metrajında değişikliklere neden olmaktadır. Yine uygulama aşamasında elektrik dağıtım firmasının reaktif güç ceza oranlarında değişiklik yapmasından kaynaklı olarak şönt reaktör ilavesi gerekliliği proje revizyonlarına sebep olmaktadır. Örneğin, elektrik dağıtım firmasının kantin ve yangın pompası için ayrıca elektrik aboneliği istemesi ise uygulamada ana dağıtım panosu, sayaç panosu ve kompanzasyon panolarının revize edilmesini gerektirmektedir. Dizel jenaratörlerin beslediği kısımların değişmesi sonucunda da güç ve kapasite değişiklikleri gereği oluşmaktadır. Yapılacak yeni binanın elektrik kurulu gücünün artması neticesinde enerji alınacak noktadaki trafonun gücünün yetersiz kalması, trafonun değiştirilmesi ihtiyacını doğurmakta ve uygulamada yine revizyona sebep olabilmektedir. Uygulamada mekanik projelerde yapılan değişikliklerin elektrik projesini etkilemesine örnek olarak, binanın

temiz su tesisatı veya yangın söndürme tesisatına ait su depolarının kapasite değişiklikleri, bu depolara ait hidroforların dolayısıyla enerji ihtiyacının değişmesine neden olmakta ve bu durum da revizyonu gerektirmektedir. Yapıya ait bazı mahallerinin kullanım amacının değişmesi sonucu yapılan mimari değişiklikler de elektrik proje revizyonlarına sebep olmaktadır. Böylece yeni mahalin enerji ihtiyacı değişebilmektedir. İnşaata başladıktan sonra bölgeye doğalgaz tesisatının çekilmesi sonucu ısıtma sisteminin doğalgaza çevrilmesi, elektrik ile ısıtma sisteminin iptaline ve soğutma sisteminin değiştirilmesine neden olmakta, dolayısıyla revizyonu gerektirmektedir. İlgili idarenin istediği standartlardaki elektrik malzemelerinin piyasada bulunmaması veya temininde sıkıntı yaşanması da, uygulamada elektrik projelerinin revizyonunu gerektirmektedir. Khalifa ve Mahamid (2019) mal sahibinin taleplerini, tasarımda hata ve gözden kaçırmaları ve koordinasyon eksikliğini revizyonların ilk üç sebebi olarak sıralamıştır. Malzemenin ölçüsü, nominal gücü, aydınlatma şiddetinin ve kullanım süresinin farklılıkları da revizyona sebep olan etkenlerdendir. Mevzuat değişiklikleri de uygulamada ortalama değeri görece daha düşük alt sebeplerdendir (Çizelge 4.34). İnşaat başladıktan sonra bölgedeki ilgili enerji firmasının mevzuat değişiklikleri elektrik revizyonlarına sebep olabilmektedir. Elektrik uygulama alt sebeplerinden transfer panosu sayısı ve içeriğinde değişiklikler okul binasının genelini ya da sığınakları besleyen dizel jeneratörlerin güçlerinin değişimi, tamamen iptali veya ilavesi sonucunda revizyona sebep olmaktadır (Çizelge 4.34). Enerji alınacak noktanın değişmesine bağlı olarak ana kolon kablosu (NYY, NYA, XLPE...) tiplerinin değişimi de söz konusu olmaktadır. İç tesisatta yanmaz kabloların gerekliliği, zayıf akım kablolarında standart kablolar yerine fiberoptik kablo gereksinimi de kablo tiplerinin değişimine sebep olmaktadır.

Bu aşamada; tip projelerde belirtilen ve değişiklik gerektiren malzeme, donanım ve sistemsel ihtiyaçların kullanıcı taleplerini de dikkate alarak bölgesel olarak önceden belirlenmesi önemli olmaktadır. Yine mimari, statik ve mekanik projeler ile elektrik projeleri arasında uyumun olmasının ve yine bu projelerin mevcut mevzuat ile de uyumunun elektrik projelerinin tasarım ve uygulama sürecini rahatlatacağı ve revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2015 ile 2019 yılları arasını kapsayan dönemde yapım işleri için revizyon onay belgelerinden yola çıkılarak revizyonların ana ve alt sebepleri araştırılmış ve bunların proje maliyeti ve süresi üzerindeki etkileri saptanmış ve çözüm önerileri sunulmuştur. Sahada görev alan teknik personel ile uygulanan anket ile de; fizibilite, mimari, statik, mekanik ve elektrik kaynaklı ana ve alt sebepler başlıkları altında belirtilen revizyon sebeplerinin, revizyon onay belgelerinden elde edilen sonuçlarla karşılaştırılarak, elde edilen sonuçların geliştirilmesi ve pekiştirilmesi amaçlanmıştır.

Bu çalışmada ilk olarak projelendirme ve tasarım esnasında özellikle tip proje uygulamasının birçok revizyona sebep olduğu ve bu revizyonların süre ve maliyete direkt etkisinin olduğu ortaya çıkarılmıştır. Süre ve maliyete en çok etki eden proje revizyonlarının ise mimari ve statik projelerde yapılan değişikliklerden kaynaklandığı vurgulanan bir diğer husustur. Proje revizyonlarının azaltılabilmesi için ise tasarım aşamasından itibaren tüm mühendislik ve mimarlık branşlarının mal sahibi kurum ile birlikte koordinasyonu üst düzeyde tutması gerektiği çalışmada vurgulanmıştır.

Revizyon onay belgelerinin analizinden mimari projelerin en çok asansör yönetmeliğinin değişiminden kaynaklı revizyona uğradığı görülmüştür. Çalışmada statik proje revizyonlarından temel tasarım değişiminin maliyete etkisinin neredeyse %9 oranında olduğu görülmüştür. Isıtma-soğutma sistemi revizyonları ise mekanik revizyonların %100'ünü oluşturmaktadır. Elektrik proje revizyonları incelendiğinde ise elektrik kablo revizyonu ile asansör kapasite artışının en sık karşılaşılan alt sebep olduğu görülmüştür.

Bu aşamada mevzuatta yer alan düzenlemelerin iyi algılanması ve uygulanması gerekmektedir. Yine revizyon onay belgelerinden yetersiz saha gözleminin önemli oranda süre artışına sebep olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle çalışmada sahaya giden teknik ekibin deneyim, bilgi ve koordinasyonu önem arz etmektedir. Kurumlarda çalışan teknik elemanlara belirli periyotlarla düzenlenecek eğitim ve seminerlerin bu konuya katkı sunacağı aşikârdır. Diğer bir konu ise bu kişilerin iş yoğunluğundan ve zaman baskısından kaynaklı olarak üstlendikleri işlerde hata ve gözden kaçırmaya müsait iş ortamının düzenlenmesindeki gerekliliktir. Bu kapsamda branşlaşmanın geliştirilmesi; örneğin

şantiye sahasına gönderilen ekibin bu konuda uzmanlaşmasının sağlanması, revizyonları kestirebilen deneyimli ekiplerin oluşturulması, bu ekiplerin hazırlayacakları raporlarla tasarımcıya yol göstermeleri gibi çözüme dönük önerilerin revizyonları azaltacağı ve dolayısıyla yatırımın zamanında ve belirlenen bütçe sınırları dahilinde teslimine katkı sunacağı düşünülmektedir.

Projelerde olası çakışma kontrollerinin henüz uygulama aşamasına geçilmeden yapılabilmesi, mimari ve diğer mühendislik projelerinin aynı anda üç boyutlu olarak görüntülenebilmesi, şüphesiz olası hata ve eksiklikleri de azaltacaktır. Projenin baştan sona daha planlı ve koordinasyonlu şekilde tamamlanmasına olanak sağlayan BIM (Yapı Bilgi Modelleme) modelinin yurt dışında gelişmiş pek çok ülkede şartnamelerde yerini alması ve ülkemizde de uygulanması projelerde olası çakışmaların kontrolüne olanak sağlamaktadır. Bu tip sistemlerin firmalar tarafından uygulanması koordinasyon eksikliğinden kaynaklanan revizyonların erken safhada önlenmesini sağlayacaktır.

Yaşanan revizyonların işin durmasına, yeniden projelendirilmesine, teknik personel üzerindeki süre baskısının ve iş yükünün artmasına sebep olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla bu aşamada mimar ve mühendislere büyük görev ve sorumluluklar düşmektedir. Arsaya özel yapılan tasarım ve detaylı projelendirme, doğru ve eksiksiz düzenlenmiş sözleşme ve eklerinin (proje, şartnameler vb.) proje revizyonlarını büyük oranda azaltacağı aşikardır. Çalışmada çoğunluğu kamu kurumlarında çalışan mimar ve mühendislerinden oluşan teknik personele revizyonların ana ve alt sebepleri ile ilgili olarak yapılan anket çalışması ile; fizibilite, mimari tasarım ve uygulama, statik tasarım ve uygulama, mekanik tasarım ve uygulama, elektrik tasarım ve uygulama safhaları özelinde revizyon sebepleri araştırılmıştır. Her mühendislik mimarlık branşı ana sebepleri alt sebeplere ayrılarak detaylı bir veri havuzu oluşturulmuştur.

Çalışmada fizibilite safhasında; altyapı ve arsa keşiflerinin ana revizyon grupları olduğu belirlenmiştir. Sıhhi tesisat, temiz su, doğalgaz ve elektrik tesisat altyapısının keşfinde ihmal, gözden kaçırma, deneyimsizlik veya ilgili kurumlardan alınan belgelerde yaşanan hata ve eksiklikler tasarım ve projelerde revizyonlara sebep olmakta, uygulama aşamasında sahada farkedilen hataların düzeltilmesi de revizyonları zorunlu kılmaktadır.

Mimari tasarım aşamasındaki revizyonların sebepleri incelendiğinde ise, tadilat ve değişiklik istemi kaynaklı faktörler ve yapı sahibi, proje müellifi ve detay eksikliği kaynaklı sebepler şeklinde bir gruplanmanın olduğu görülmektedir. Burada yapı sahibi ve kullanıcının tasarım aşamasına aktif katılımlarının sağlanmasının revizyon ihtiyacını azaltacağı düşünülmektedir. Kullanıcının ihtiyaçlarını henüz tasarım aşamasında bildirmesi, uygulama aşamasında anlaşmazlıkların azalmasına ve projenin hızlanmasına katkı sunacaktır.

Bu kapsamda ihtiyaç programlarının belirlenerek mimari proje tasarım yarışmaları düzenlenmesi ve projelerin üç boyutlu modellerinin istenmesi çözüm olarak düşünülebilir. Böylece okul yönetimleri ve mal sahibi kurumun ek taleplerinin belirlenmesi kolaylaşacaktır. Yarışma ile eski tip projelerde yaşanan sıkıntıların önüne geçerek mimari açıdan daha yenilikçi projeler arasından seçim yapılmasının önü açılabilir. Yarışma jürileri alternatifler arasından en ideal olanı seçebilir ve sanatsal değeri yüksek ikonik bir yapı yapılma ihtimali de artabilir.

Mimari uygulama aşamasında ise mevzuat, altyapı ve proje değişiklikleri ile proje ekleri ile malzemeler ve fiziki şartlardan dolayı yaşanan değişiklikler şeklinde bir gruplamanın olduğu görülmektedir. Özellikle uygulama sırasında gerçekleşen mevzuat değişiklikleri, yapı kullanım izin belgelerinin alınmasını zorlaştırmakta revizyonları zorunlu kılmaktadır. Mevzuatta yapılan değişikliklerin çıkarıldığı tarihten sonra başlanan yapıları kapsamının revizyonların azalmasına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Statik projelerde tasarım kaynaklı temel revizyon sebepleri ile ilgili olarak; tesisat uyumsuzluğu ve tasarım, hesap ve mevzuat değişiklikleri şeklinde; uygulama kaynaklı revizyon sebepleri ile ilgili olarak ise; tasarım ve hesap hataları ile tesisat uyumsuzluğu şeklinde bir sınıflamanın olduğu anlaşılmaktadır. Bu safhada mimari, elektrik, sıhhi, asansör, ısıtma projelerindeki uyumsuzlukların statik projeleri etkilediği görülmektedir. Tasarımda ise mimari değişiklikler ve hesap hataları statik projelerde revizyon ihtiyacını doğurmaktadır.

Mekanik proje uygulama safhasında karşılaşılan temel revizyon sebeplerinin ise çoğunlukla dış ve iç çevre kaynaklı faktörlerden ve ısıtma-soğutma sistemi tercih değişikliğinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Bu yönde tip projelerde belirtilen ve

değişiklik gerektiren hususların kullanıcı talepleri dikkate alınarak bölgesel olarak önceden belirlenmesi önemli olmaktadır. Örneğin kış mevsimi çok soğuk geçmeyen bölgelerde ısıtma-soğutmayı aynı anda yapabilen VRF gibi merkezi sistemler tercih edilebilir. Hijyen ve personel ihtiyacı gibi sebeplerle eğitim kurumları katı yakıt sistemleri yerine doğalgaz sistemi talep etmektedirler.

Elektrik proje revizyonları incelendiğinde ise revizyonların genellikle malzeme, donanım ve sistem değişikliklerinden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Teknolojinin hızlı ilerlemesi kendini en çok elektrik imalatlarında hissettirmektedir. Her geçen gün artan ve değişen malzeme, donanım ve sistemler imalatlara daha uygun çözümler sunabilmektedir. Bu durum hem kullanıcı taleplerini değiştirmekte, hemde piyasaya hakim imalatları çeşitlendirmektedir. Daha kaliteli görüntü sunan kamera sistemleri, daha hassas yangın ihbar sistemleri, daha hızlı internet kabloları gibi seçenekler revizyonları gerekli kılmaktadır.

Çalışmada bu revizyonların önlenmesi veya minimize edilmesi için çözüm önerileri ile ilgili olarak ise; şantiye sahasının yeterli keşfinin yapılmasının, tasarımın tüm tarafların katılımıyla ayrıntılı bir şekilde kurgulanmasının varsa hataların erken safhada belirlenmesinin, mimari, statik, mekanik ve elektrik projeleri arasında uyumun olmasının, yine bu projelerin mevzuat ile uyumlu olmasının, saha şartlarına uygun biçimde yapım işlerinin planlanmasının ve uygulanmasının ve projeye uygun malzeme ve donanımın tercih edilmesinin önemi vurgulanmıştır. Bu hususların inşaatın tasarım ve uygulama süreçlerini rahatlatacağı, revizyon ihtiyacını ise azaltacağı düşünülmektedir.

Yapılan çalışma eldeki verilerin kısıtlılığından kaynaklı olarak yerel özellik taşısa da diğer iller ve farklı kamu kurumlarının inşa veya tadilat süreçlerine de ışık tutacağı umulmaktadır. Yine eldeki veriler kamu yapılarına ait olsa da, özel sektörde yaşanan, süre ve maliyet artışlarına neden olabilecek revizyonların anlaşılmasına katkı sunacağı düşünülmektedir.

Tez çalışması, literatüre önemli katkılar sağlamanın yanında farklı araştırmalara da zemin hazırlamaktadır. Çalışma sonucunda görülmektedir ki, “tip proje” şeklinde yapılan üretimlerin revizyon sebepleri ve revizyonların etkileri ayrıca üzerinde çalışılması gereken bir başlıktır. Üretimde ise bu tür projelerin, bölgesel ihtiyaçlar, coğrafi koşullar ve iklim

şartları göz önüne alınarak tasarımının farklı senaryolara göre opsiyonlu hale getirilmesinin, revizyon kaynaklı maliyet ve süre artışlarını önemli ölçüde düşüreceği düşünölmektedir.



KAYNAKLAR

- Ahmed, S., Arocho, I. (2021). Analysis of cost comparison and effects of change orders during construction: Study of a mass timber and a concrete building project. *Journal of building engineering*, 33, 2352-7102.
- Ahmed, S., Hasan, B., Jrad, F., Dlask, P. (2016). Analyzing the change orders impact on building projects. *Journal of engineering and applied sciences*, 11(7), 1532-1537.
- Alnuami, A.S., Ramzi, A.T., Mohammed, A.M., Al-Harhi, A.S. (2010). Causes, effects, benefits, and remedies of change orders on public construction projects in Oman. *Journal of construction engineering and management*, 136 (5), 615-622.
- Alshdiefat, A., Aziz, Z. (2018). Causes of change orders in the Jordanian construction industry. *Journal of building construction and planning research*, 6, 234-250.
- Assbeihat, J. M., Sweis, G. J. (2015). Factors affecting change orders in public construction projects. *International Journal of Applied*, 5(6), 56-63.
- Browne, M.W. (2001). An overview of analytic rotation in exploratory factor analysis. *Multivariate behavioral research*, 36(1), 111-150.
- Choi, K., Lee, H.W., Bae, J., Bilbo, D. (2016). Time-cost performance effect of change orders from accelerated contract provisions. *Journal of construction engineering and management*, 142(3), 04015085.
- Çokluk, Ö., Şekercioğlu, G., Büyüköztürk, Ş. (2010). Sosyal bilimler için çok değişkenli istatistik SPSS ve LISREL uygulamaları.
- Eigbe, S. (2016). Empirical study of the origins and causes of variation orders in building projects. *Journal of engineering research and application*, 6(10), 34-48.
- Enshassi, A., Arain, F., Al-Raee, S. (2010). Causes of variation orders in construction projects in the Gaza Strip. *Journal of Civil Engineering and Management*, 16(4), 540-551.
- Günhan, S., Arditi, D., Doyle, J. (2007). Avoiding change orders in public school construction. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 133(1), 67-73.
- Hanna, A.S., Camlic, R., Peterson, P.A., Nordheim E.V. (2002). Quantitative definition of projects impacted by change orders. *Journal of construction engineering and management*, 128 (1), 57-64.
- Hanna, A.S., Camlic, R., Peterson, P.A., Lee, M.J. (2004). Cumulative effect of project changes for electrical and mechanical construction. *Journal of construction engineering and management*, 130(6), 762-771.
- Hanna, A.S., Iskandar, K.A. (2017). Quantifying and modeling the cumulative impact of change orders. *Journal of construction engineering and management*, 143(10), 04017076.

- Homaid, N.T., Eldosouky, A.I., Ghamdi, A. (2011). Change orders in Saudi linear construction projects. *Emirates journal for engineering research*, 16 (1), 33-42.
- Hsieh, T. Y., Lu, S. T., Wu, C. H. (2004). Statistical analysis of causes for change orders in metropolitan public works. *International Journal of Project Management*, 22(8), 679-686.
- Hwang, B.G., Zhao, X., Goh, K.J.(2014). Investigating the client-related rework in building projects: The case of Singapore. *International journal of project management*, 32, 698-708.
- Jadhav, O.U., Bhirud, A.N., (2015). An analysis of causes and effects of change orders on construction projects in Pune. *International journal of engineering research and general science*, 3 (6), 795-799.
- Jolliffe, I.T. (1986), *Principal component analysis*. Springer, New York, 129-155.
- Kaiser, H.F. (1974), An index of factorial simplicity. *Psychometrika*, 39(1), 31-36.
- Khalafallah, A., Shalaby, Y., (2019). Change orders: Automating comparative data analysis and controlling impacts in public projects. *Journal of construction engineering and management*, 145(11): 04019064
- Khalifa, W.A., Mahamid, I., (2019). Causes of change orders in construction projects. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 9 (6), 4956-4961
- Khanzadi, M., Nasirzadeh, F., Dashti, S. (2017). Fuzzy cognitive map approach to analyze causes of change orders in construction projects. *Journal of construction engineering and management*, 144(2), 04017111.
- Kim, J.J., Miller, J.A., Kim, S. (2020). Cost impact of change orders due to unforeseen existing conditions in building renovation projects. *Journal of construction engineering and management*, 146 (8), 04020094
- Kolawole, A.R., Peter, K.K., Gerryshom, M. (2016). Determinants of change orders in building construction projects in northern Nigeria. *American international journal of contemporary research*, 6(3), 95-107.
- Love, P.E.D., Davis, P.R., Ellis, J.M. (2010). A systemic view of dispute causation. *International journal of managing projects in business*. Vol.3 No.4, 661-680.
- Love, P.E.D., Irani, Z., Smith, J., Regan, M., Liu J. (2017). Cost performance of public infrastructure projects: the nemesis and nirvana of change-orders. 28(13),1081-1092.
- Ma, J., Ma, Z., Li, J. (2017). An IPD-based incentive mechanism to eliminate change orders in construction projects in China. *KSCE journal of civil engineering*, 21(7), 2538-2550.
- Maluleke, P.G. (2018). Causes and effects of construction variation orders in Polokwane. University of Johannesburg.

- Memon, A.H., Rahman, I.A., Hasan, F.A. (2014). Significant causes and effects of variation orders in construction projects. *Research journal of applied sciences, engineering and technology*, 7 (21), 4494-4502.
- Oladapo, A. A. (2007). A quantitative assessment of the cost and time impact of variation orders on construction projects. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 35-48.
- Oyewobi, L.O., Jimoh, R., Ganiyu, B.O., Shittu, A.A. (2015). Analysis of causes and impact of variation orders on educational building projects. *Journal of facilities management*, 14(2), 139-164.
- Padala, S.P.S., Maheswari, J.U., Hirani, H. (2020). Identification and classification of change causes and effects in construction projects. *International journal of construction management*.
- Pourroostam, T., Ismail, A., Mansournejad, M. (2011). Identification and evaluation of causes and effects of change orders in building construction projects. *Applied mechanics and materials Vols 94-96*, 2261-2264.
- Rachid, Z., Toufik, B., Mohammed, B. (2019). Causes of schedule delays in construction projects in Algeria. *International Journal of construction management*, 19(5), 371-381.
- Santos, J.R.A. (1999). Cronbach's alpha: A tool for assessing the reliability of scales. *Journal of extension*, 37, 1-5.
- Senouci, A., Alsarraj, A., Gunduz, M., Eldin, N. (2017). Analysis of change orders in Qatari construction projects. *International journal of construction management*, 17(4), 280-292.
- Serag, E., Oloufa, A., Malone, L., Radwan, E. (2010). Model for quantifying the impact of change orders on project cost for U.S. roadwork construction. *Journal of construction engineering and management*, 136 (9), 1015-1027.
- Shrestha, P.P., Shrestha, K.K., Kandie, T.K. (2017). Effects of change orders on the cost and schedule of rural road maintenance projects. *Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction*, 9(3), 04517010.
- Shrestha, P.P., Shrestha, K.K., Zeleke H.B.(2018). Probability of change orders and the effect on cost and schedule for new public school buildings. *Engineering, construction and architectural management*, 26(6), 1087-1104.
- Shrestha, P.P., Zeleke, H. (2018). Effect of change orders on cost and schedule overruns of school building renovation projects. *Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction*, 10(4), 04518018.
- Shrestha, P.P., Maharjan, R. (2018). Effects of change orders on cost growth, schedule growth, and construction intensity of large highway projects. *Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction*, 10(3), 04518012.
- Shrestha, P.P., Fathi, M. (2019). Impacts of change orders on cost and Schedule performance and the correlation with project size of DB building projects. *Journal of legal affairs and dispute resolution in engineering and construction*, 11(3), 04519010.

Staiti, M., Othman, M., Jaaron, A.A.M. (2016). Impact of change orders in construction sector in the west bank. Proceedings of the international conference on industrial engineering and operations management, IEOM society international, 1690-1698.

Sunday, O.A., (2010). Impact of variation orders on public construction projects. Association of researchers in construction management, 101-110.



EKLER

EK-1. Anket formları

İNŞAAT PROJELERİNDE SÜRE VE MALİYET ARTIŞINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

Sayın katılımcı;

Kamu inşaatlarında yapılan revizyonların süre ve maliyete etkisinin tespit edilmesi amacıyla yürütülen **Yüksek Lisans Tez Çalışması** kapsamında düzenlediğimiz anket soruları aşağıdadır. Fazla zamanınızı almayacağını düşündüğümüz anketi, kendi tecrübelerinizi ve gerçekleri yansıtarak doldurmanız çalışmanın amacına ulaşması açısından büyük önem taşımaktadır. Şimdiden katkılarınız için teşekkür eder, anketi cevaplayan kişi/kurum/firma isimlerinin kesinlikle gizli kalacağını beyan ederiz. Saygılarımızla.

Özgür Menderes BULUT, Dr. Serkan AYDINLI, Prof. Dr. Ercan ERDİŞ

Adı Soyadı : (İsteğe bağlı)

Cinsiyeti: Bay () Bayan ()

Yaşı:

Mesleği ve Ünvanı:

Kurumdaki Görevi (Pozisyonu):

Sektördeki Çalışma Süresi : yıl

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Tasarım ve Uygulama Kaynaklı Faktörleri” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

A. Aşağıdaki ifadelere ne kadar katılıyorsunuz?

Fizibilite Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Fizibilite Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Sihhi tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksikliklerden dolayı ek işler çıkabilmektedir.	1	2	3	4	5
Elektrik tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksikliklerden dolayı ek işler çıkabilmektedir.	1	2	3	4	5
Doğalgaz tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksikliklerden dolayı ek işler çıkabilmektedir.	1	2	3	4	5
Temiz su tesisat altyapısının keşfinde yapılan eksikliklerden dolayı ek işler çıkabilmektedir.	1	2	3	4	5
Arsanın keşfinin yetersiz yapılmasından dolayı ek işler veya proje değişiklikleri olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Zemin yapısının belirlenmesinde yaşanan eksiklerden dolayı ek iş veya revizyonlar olabilmektedir.	1	2	3	4	5

Mimari Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Mimari Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda mimari projelerde sık sık değişim olabilir.	1	2	3	4	5
Projelendirme aşamasında kullanıcının ihtiyaçları dışında mimari projelerde sık sık değişim olabilir.	1	2	3	4	5
Projelendirme safhasında mimari proje detaylarında zaman zaman eksikler tespit edilebilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişiklikleri mimari projelerde sık sık tadilatlar sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Kurumda yaşanan fikir değişikliklerinden ötürü sık sık mimari proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Statik projede yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Sıhhi tesisat projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Asansör projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Altyapı değişikliklerinden ötürü sık sık mimari proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari proje hazırlanmadan önce şantiye sahası yeteri kadar incelenmediğinden proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kadastro belgelerinde yapılan değişikliklerden ötürü mimari projeler sık sık tadilata uğrayabilir.	1	2	3	4	5

Mimari Proje Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Mimari Proje Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Yapım aşamasında mimari projelerde sık sık değişim olabilir.	1	2	3	4	5
Yapım aşamasında değişen fiziki şartlardan dolayı mimari projeye ekleme ve çıkarma veya değişiklikler yapılabilir.	1	2	3	4	5
Yapım aşamasında parselin sınırlarında değişim olabilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişiklikleri mimari projelerde sık sık tadilatlar sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Statik projede yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Sıhhi tesisat projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Kurumda yaşanan fikir değişikliklerinden ötürü sık sık mimari tadilat olabilir.	1	2	3	4	5
Asansör projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olur.	1	2	3	4	5
Altyapı değişikliklerinden ötürü sık sık mimari proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik projesinde yapılan tadilatlar mimari projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Mimari proje eklerinde yapılan yanlışlıklardan ötürü mimari projeler sık sık tadilata uğrayabilir.	1	2	3	4	5
Mimari proje eklerinde yapılan değişikliklerden ötürü mimari projeler sık sık tadilata uğrayabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projede verilen detayların yetersiz olmasından dolayı sık sık proje tadilatı olabilir.	1	2	3	4	5
Kadastro belgelerinde yapılan yanlışlıklardan ötürü mimari projeler sık sık tadilata uğrayabilir.	1	2	3	4	5
Yapım aşamasında kullanıcının ihtiyaçları doğrultusunda mimari projede ekleme çıkarma yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projeler tip proje yapıldığı için yapım aşamasında fiziki şartlara göre değişiklik ihtiyacı olabilir.	1	2	3	4	5
Kullanılacak malzemenin maliyetinin çok olmasından ötürü mimari proje revizyonları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kullanılacak malzemenin yerinde uygulanamaması sebebiyle proje revizyonu olabilir.	1	2	3	4	5
Plankotede yapılan hatalardan kaynaklı proje revizyonları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Vaziyet planında yapılan hatalardan ötürü proje revizyonları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Seçilen malzemenin kullanımının uygun olmamasından ötürü proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5

Statik Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Statik Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Mimari ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Sıhhi tesisat ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kalorifer ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Asansör ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projede yapılan değişiklikler statik projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişiklikleri statik projede revizyona sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Zemin mukavemetinin yanıltıcı olmasından dolayı statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5

Statik Projelerde Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Statik Proje Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Zemin mukavemetinin yanalıcı olmasından dolayı statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5
Statik hesapların yanlış yapılmış olmasından dolayı statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5
İstenilen beton kalitesinin bölgede sağlanamamasından ötürü statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5
Statik proje ile saha şartlarının uyuşmamasında ötürü sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Sıhhi tesisat ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kalorifer ve statik projeler birbiriyle uyuşmadığı için sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Zemindeki altyapının iyi belirlenmemesinden ötürü sık sık statik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projede yapılan değişiklikler statik projede tadilata sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Zemin su seviyesinin yanalıcı olmasından dolayı statik projede sık sık tadilat olabilir.	1	2	3	4	5

Mekanik Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Mekanik Proje Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Mimari projede değişiklik yapılmasından kaynaklı olarak mekanik projelerde tadilat yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişiklikleri mekanik proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Projelendirme aşamasında tasarımcı mühendis ile kurum arasındaki talep farklılığından kaynaklı olarak mekanik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik projelerinde değişiklik yapılmasından kaynaklı mekanik proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Tip projenin farklı iklim koşullarında uygulanmasından kaynaklı mekanik proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kamu kurumları arasında yazışma ve iletişim eksikliği kaynaklı problemlerden dolayı mekanik proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçilmek istenmesinden kaynaklı mekanik proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Zemin etüdü sonuçlarından zemin su seviyesi kaynaklı mekanik proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Sıhhi tesisat projesinde boru tiplerinin değişiminden ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5

Mekanik Proje Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Mekanik Proje Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Sıhhi tesisat projesinde boru tiplerinin değişiminden ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Isıtma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Soğutma sisteminde yapılan tercih değişikliklerinden ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mevcut altyapının ısıtma-soğutma projesine uygun olmamasından ötürü sık sık tadilat yapılabilir.	1	2	3	4	5
Asansör kapasitesinin yetersizliğinden ötürü sık sık tadilat yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mevsim koşullarının dikkate alınmadan ısıtma soğutma projelerinin hazırlanması proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Isı yalıtım hesabında yapılan hatalardan ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projede değişiklik yapılmasından kaynaklı olarak mekanik projelerde tadilat yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişiklikleri proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Elektrik projelerinde değişiklik yapılmasından kaynaklanan proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kamu kurumları arasında yazışma ve iletişim eksikliği kaynaklı problemlerden dolayı proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Malzeme tedarik edilmesinde karşılaşılan güçlüklerden kaynaklı proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Yapı alanına doğalgaz altyapısının gelip, katı yakıttan doğalgaza geçilmek istenmesinden kaynaklı proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Kullanıcı taleplerinden kaynaklı proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Zemin etüdü sonuçlarından zemin su seviyesi kaynaklı proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Yerli üretim malzeme kullanma isteği proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Yurt dışı malzeme maliyet problemlerinden kaynaklı proje revizyonları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Teknoloji ve yeni malzeme türünün gelişmesinden kaynaklı proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5

Elektrik Projesi Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Elektrik Projesi Tasarım Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Mekanik projelerde yapılan değişiklikler elektrik projesinde revizyona sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Ana dağıtım panosu sayaç panosu ve kompanzasyon panoları zemin katın su alma ihtimaline karşı birinci kata alınabilmektedir.	1	2	3	4	5
Mimari projede yapılan değişiklikler elektrik proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Isıtma-soğutma sisteminde yapılan değişiklikler sık sık elektrik projesinde revizyona sebep olabilir.	1	2	3	4	5
İlgili idarenin standartları ile projenin uyumsuzluğu revizyona sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişikliklerinden kaynaklanan revizyonlar yapılabilmektedir.	1	2	3	4	5

Elektrik Projesi Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebepleri

İnşaat projelerinde süre ve maliyet artışını etkilediğini düşündüğünüz “Elektrik Projesi Uygulama Kaynaklı Revizyon Sebeplerini” önem derecesine göre sıralayınız? (5-çok önemli, 1-hiç önemli değil)

Elektrik tesisat projesinde kablo tiplerinin değişiminden ötürü sık sık proje tadilatı yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mevcut altyapının projeye uymamasından ötürü sık sık proje tadilatları yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mimari projede yapılan değişiklikler elektrik proje tadilatına sebep olabilir.	1	2	3	4	5
Isıtma-Soğutma sisteminde yapılan değişiklikler sık sık elektrik proje revizyonuna sebep olabilmektedir.	1	2	3	4	5
İlgili idarenin standartları ile projenin uyumsuzluğu revizyona sebep olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Enerji alınacak nokta önceden belli olmadığı için ana kolon kablo kesitinde değişiklikler olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Kompanzasyon sistemleri ve reaktif güç ayarlarında değişiklik olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Dizel jeneratör gücünde ve besleme bölgelerinde değişiklik olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Transfer panosunun sayısında ve içeriğinde değişiklikler olabilmektedir.	1	2	3	4	5
Ana dağıtım panosu sayaç panosu ve kompanzasyon panoları zemin katın su alma ihtimaline karşı birinci kata alınabilmektedir.	1	2	3	4	5
Kolon ve kirişlerin kırılmaması için elektrik kablolarının koridorlarda kablo tavaşı ile taşınması gerekebilir.	1	2	3	4	5
Mevzuat değişikliklerinden kaynaklanan revizyonlar yapılabilir.	1	2	3	4	5
Mekanik projelerde yapılan değişiklikler elektrik projelerinde revizyona sebep olmaktadır.	1	2	3	4	5

Diğer (Lütfen Proje revizyonlarına sebep olduğunuz etkenleri yazınız)



DİZİN

A

Abstract · v

Anket · 78

BBranş · iv, 3, 21, 29, 59, 60, 69,
70, 71**C**Cronbach Alpha · 22, 32, 36, 39,
42, 45, 48, 49, 52, 53**Ç**Çizelge · 22, 23, 26, 28, 29, 30,
31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38,
39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46,
47, 48, 49, 50, 51, 52**D**

Demografik · 21, 22, 29

E

Ekler · 78

Elektrik · 51, 52, 66

FFizibilite · iv, 1, 2, 3, 4, 20, 21,
25, 29, 31, 32, 33, 34, 55, 59,
60, 69, 71Faktör Analizi · 10, 15, 20, 21,
22, 23, 24, 32, 33, 35, 36, 39,
40, 42, 43, 45, 48, 49, 50**G**

Giriş · 1

İİstatistik · 6, 8, 11, 15, 18, 22,
33, 35, 39, 42, 45, 49**K**

KMO · 23, 33, 35, 39, 42, 45, 49

L

Likert · 7, 21, 22

MMimari · 34, 35, 36, 37, 38, 39,
40, 61,
Mekanik · 46, 47, 48, 49, 50, 65**O**Onay belgeleri · iv, 2, 3, 4, 20,
21, 25, 27, 54, 58, 69**Ö**

Özet · iv

Pproje · 25, 34, 41, 46, 51, 58, 59,
61, 63, 65, 66**R**Revizyon · 21, 25, 27, 29, 32, 34,
41, 46, 51, 54, 58, 59, 61, 63,
65, 66**S**

Statik · 41, 42, 43, 44, 45, 46, 63,

TTasarım · 21, 35, 36, 37, 41, 42,
43, 47, 51, 61, 63, 65, 66,

Teşekkür · vi

Yyapım · iv, ix, 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10,
12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 25,
26, 28, 29, 31, 37, 38, 40, 54,
55, 57, 59, 61, 62, 63, 65, 67,
69, 72



TEKNOVERSITE



teknoversite **AYRICALIĞINDASINIZ**

İSTE

