

Yapı Üretim Süreçlerinde Karşılaşılan Sorunlar ve 8D Metodolojisi

Benay Çubukcuoğlu Paksoy*

* Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8876-4061
benaycubukcuoglu@hotmail.com.tr

Araştırma makalesi

Geliş: 13/10/2024

Son düzenleme sonrası geliş: 28/01/2025

Kabul: 29/01/2025

Yayımlanma: 31/01/2025

Öz

Yapı üretimi, planlama, tasarım, yapım ve kullanım aşamalarından oluşan bir süreçler bütünüdür. Yapı üretim sürecinin her bir aşamasının ayrı bir öneme sahip olmasına karşın yapının üretim eyleminin gerçekleştirildiği “kaba yapının üretilmesi - ince yapı ve iç mekân düzenlenmesi - donatılması” olmak üzere alt evreleri olan “yapım aşaması” ayrı bir öneme sahiptir. Çünkü yapım aşaması, planlama ve tasarım aşamalarının tamamlanması ile yapının tasarıma uygun şekilde üretildiği yapı üretim sürecinin en uzun soluklu ve tamamlandığında tüm süreçlerin ortak çıktısı olan ürünün ortaya çıktığı aşamadır. Kaba yapı üretimi ise, disiplinler arası çalışma gerektiren aynı zamanda yönetsel açıdan da takip edilmesi gereken ve sonraki süreçleri etkileme potansiyeli oldukça yüksek olan yapım aşamasının en uzun soluklu alt evresidir. Çalışma bu sebeple, yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunlar çerçevesi ile sınırlandırılmıştır. Yapım aşaması boyunca, yapım sistemine bağlı olarak insan, malzeme, teknik gibi birçok farklı sebepten dolayı çeşitli sorunlar ile karşılaşabilmektedir. Karşılaşılan sorunlara uygun zamanda müdahale edilmediği takdirde uygulamanın sonraki süreçleri etkilenebilmekte ve zaman-maliyet kayıpları yaşanabilmektedir. Çalışma kapsamında analiz- değerlendirme ve uygulama olmak üzere üç aşamadan oluşan bir model oluşturularak ve kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunlara, 8D metodolojisi yardımı ile çözüm bulunmaya çalışılarak, kayıpların önüne geçebilmek ve üretimin daha sistemli şekilde devam edebilmesini sağlayabilmek amaçlanmaktadır. Çalışmada 8D metodolojisinin tercih edilmesinin nedeni, karşılaşılan sorunlara geçici çözüm bulunurken, ortaya çıkartılan kök nedenler sayesinde problemin bir daha ortaya çıkmasının önüne geçilebiliyor olmasıdır. Analiz aşamasında kaba yapı üretimi aşamasında olan bir inşaatta karşılaşılan zincirleme hata dizisine sebep olabilecek sorunlar, yapılan görüşme ve gözlemler sonucunda belirlenmiştir. Değerlendirme aşamasında, yapılan gözlemler sonucunda belirlenen sorunlardan “kalıp söküldüğünde karşılaşılan yapısal ve görsel sorunlar” metodoloji kapsamında problem olarak belirlenerek problemin çözümü için 8D metodolojisi kullanım kararı verilmiştir. Uygulama aşamasında ise, metodoloji kapsamında belirlenen problemin sonucunda kalıplar söküldükten sonra ortaya çıkan “petek dokusu sorununun”, “teknik detaylara dikkat edilmeden hazırlanan kalıplar, uygun olmayan malzeme ve yerleştirme teknikleri” sebebiyle ortaya çıktığı belirlenmiştir. 8D metodolojisinin mimarlık ve yapı bilimlerindeki kullanımına dair ilk örnek olan çalışma, 8D metodolojisinin özel üretim gerçekleştiren tesislerde karşılaşılan sorunların çözümü için de tercih edilebileceğini açıkça göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Yapı üretim süreci, yapı üretim sorunları, 8D metodolojisi, kaba yapı, petek dokusu sorunu.

Problems Encountered in Building Production Processes and 8D

Methodology

Benay Çubukcuoğlu Paksoy *

* Mimar Sinan Fine Arts University
İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8876-4061
benaycubukcuoglu@hotmail.com.tr

Research article

Received: 13/10/2024
Received in final revised form: 28/01/2025
Accepted: 29/01/2025
Published online: 31/01/2025

Abstract

Building production is a set of processes consisting of planning, design, construction and usage stages. Although each stage of the building production process has a different importance, the "construction stage", which has sub-stages such as "production of the rough structure - fine structure and interior arrangement - equipping", where the production action of the building is carried out, has a particular importance. Because the construction stage is where the building is produced according to the design after the planning and design stages are completed. Construction stage is the longest phase of the building production process and when it is completed, the product that is the common output of all processes emerges. Rough structure production is the longest running substage of the construction stage, which requires interdisciplinary work. It also needs to be followed from a managerial perspective and has a high potential to affect subsequent processes. For this reason, the study is limited to the problems encountered during the rough structure production of the construction stage. During the construction stage, depending on the construction system, various problems like people, materials, techniques may be encountered due to many different reasons. If the problems encountered are not intervened in an appropriate time, the subsequent processes of the application may be affected, and time and cost losses may occur. Within the scope of the study, it is aimed to prevent losses and ensure that production can continue in a more systematic way by creating a model consisting of three stages: analysis-evaluation-application and trying to find solutions to the problems encountered during rough structure production with the help of 8D methodology. The 8D methodology was chosen for its dual benefits: providing temporary solutions to existing problems and uncovering root causes to prevent their recurrence. During the analysis stage, the problems that may cause a series of chain errors encountered in construction in the rough structure production stage were determined as a result of interviews and observations. During the evaluation stage, "structural and visual problems encountered when the mold is dismantled", among the problems identified as a result of the observations, were determined as a problem within the scope of the methodology and the decision was made to use the 8D methodology to solve the problem. During the application stage, it was determined that the "honeycomb texture problem" that emerged after the molds were dismantled as a result of the problem determined within the scope of the methodology, emerged due to "molds prepared without paying attention to technical details, inappropriate materials and placement techniques". As the first example of the 8D methodology's application in architecture and building sciences, the study clearly shows that 8D methodology can be preferred to solve the problems encountered in facilities performing special production.

Keywords: Building production process, building production problems, 8D methodology, rough structure, honeycomb texture problem.

1. GİRİŞ

Yapı ihtiyacının doğması ile başlayan yapı üretim süreci; planlama, tasarım, uygulama ve kullanım olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır. Yapı üretiminin planlama aşamasında alınan kararlar oluşturulan iş planı doğrultusunda tasarım aşamasına aktarılmakta, tasarım aşamasında hazırlanan projelere uygun olarak yapım aşamasına geçildiğinde zaman ve iş gücünün tasarruflu kullanılması ile yapı üretim sürecinin kesintisiz ve sorunsuz sürdürülmesi amaçlanmaktadır. Fakat zaman zaman işler planlandığı gibi gitmemekte ve yapı üretim sürecinin her safhasında çeşitli sorunlar ile karşılaşılabilir. Bu çalışmada, yapı üretim sürecinin “yapım” aşamasında karşılaşılan sorunlara odaklanılmıştır. Çünkü yapım aşaması, hazırlanan tasarımın hayata geçirildiği, somut ürünün elde edildiği ve yapı üretim sürecinin kullanım döneminden önceki en uzun soluklu ve farklı uzmanlık alanlarının bir arada çalışmasını gerektiren bir süreçtir (Harputlugil, 2005). Yapım aşaması dahilinde “kaba yapının üretilmesi-ince yapının üretilmesi ve iç mekânın düzenlenmesi-donatılması” olmak üzere farklı alt evreler bulunmaktadır. Yapım aşamasının her bir alt evresinde karşılaşılan sorunlara çoğu zaman geleneksel yollar ile önceki deneyimler doğrultusunda çözüm bulunmakta, tasarım ve yapım aşamaları birbirinden ayrı tutularak bulunan çözümler ya uzun soluklu olmamakta ya da yetersiz kalmaktadır. Karşılaşılan sorunlara geleneksel yollar ile çözüm bulmak yerine, sorunun sebebinin derinlemesine araştırılması ile sorunun neden ve kimden kaynaklandığının ortaya çıkartılması, bir daha tekrarlanmaması açısından önemlidir. Bu çalışmada belirlenen örneklem alanı içerisinde bulunan şantiyede karşılaşılan yapım aşamasının alt evrelerinden “kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunların” araştırması yapılmıştır. Kaba yapı üretimi aşamasında “kalıp tasarımı-yapımı-sökümü, işçilik, beton malzeme-beton dökümü ve taşıyıcı sistemin oluşturulması sırasında karşılaşılan sorunlar arasından” zincirleme hata dizisine sebep olacağı düşünülen sorunlar ayrıştırılmıştır. Sorunun çözümü için sorunun asıl nedenini ortaya çıkartmayı amaçlayarak sorunu çözmeyi amaçlayan problem çözme metodolojilerinden biri olan 8D metodolojisi kullanılarak tespit edilen sorunun kök nedenlerinin belirlenmesi ile soruna çözüm bulunmaya çalışılmıştır. Sorun ile bir daha karşılaşılması için gerekli önlemler önerilmiş ve çalışma bu çerçevede oluşturulmuştur. Çalışmada 8D metodolojisinin tercih edilmesinin sebebi, problem çözümlerinin 8 disiplini olarak da adlandırılan yöntem ile sorunların kök nedenlerine inilerek soruna çözüm aranırken, sorunların bir daha tekrarlanmasının önüne geçilebilmesidir (Türkan ve Görener, 2017). Ayrıca bu çalışma 8D metodolojisinin mimarlık bilimlerinde kullanımına örnek teşkil eden ilk çalışma olması sebebiyle ayrı bir öneme sahiptir.

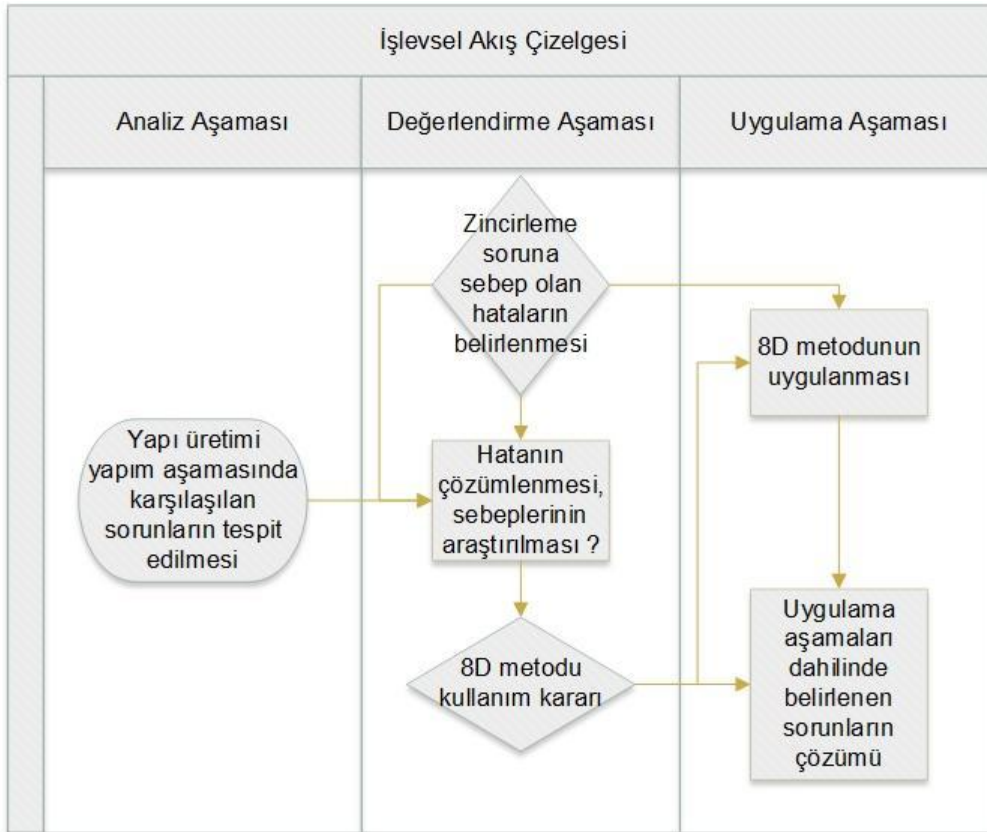
1.1. Amaç ve Kapsam

Çalışma, yapı üretim süreçlerinden yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunları kapsayacak şekilde sınırlandırılmıştır. Yapı üretim sürecinin yapım aşaması, kaba yapı üretimi, ince yapı üretimi ve mekânların düzenlenmesi-donatılması olmak üzere alt evrelerden oluştuğundan (Demirarslan vd., 2023), tüm bu evreler literatür araştırması ile paralel olarak yerinde gözlemlenerek incelenmiş ve karşılaşılan sorunlar belirlenmiştir. Çünkü yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında, yapının çeşitli yüklerle dayanımı ve sağlamlığı öncelikli hedef olarak belirlenmekle birlikte sonraki aşama olan ince yapı üretim aşaması için gereken alt yapı bu aşamada oluşturulmaktadır. Ayrıca kaba yapı üretim aşamasında yapılan bir hata sonraki tüm süreçleri etkileyebilmekte, dolayısıyla kaba yapı üretim aşaması hem taşıyıcılık hem de işçilik konularında en fazla öneme sahip aşama olarak görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, yapı üretimi esnasında, kaba yapının

oluşturulması sırasında ortaya çıkan hataların/sorunların belirlenmesi ve bu sorunlara problem çözme metodolojilerinden 8D metodolojisi yardımı ile çözüm bulunarak yapımda kalite sağlanması ve ince yapı üretimine geçildiğinde üretimin sorunsuz ilerleyebilmesi için örnek oluşturmaktır. Yapı üretim süreçlerinin herhangi bir aşamasında ortaya çıkan sorun zincirleme bir şekilde sonraki süreçleri etkileyebilmekte ve sonraki süreçlerin kusursuz ve sorunsuz ilerlemesini sekteye uğratabilmektedir. Bu sebeple karşılaşılan sorunların başka sorunlara yol açıp açmadığı da metodoloji çerçevesinde ayrıca incelenmiştir.

1.2. Materyal ve Metot

Çalışma; analiz, değerlendirme ve uygulama olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır. Aşamaların detayları Şekil 1'de Microsoft Visio Idef programı ile detaylıca görselleştirilmiştir.



Şekil 1. İşlevsel akış çizelgesi (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Analiz aşamasında, çalışma kapsamında ele alınan planlama, tasarım, uygulama/yapım ve kullanım olmak üzere 4 aşamadan oluşan yapı üretim sürecinden yapım aşamasında karşılaşılan sorunlar, çalışmayı özelleştirebilmek amacıyla yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan “kalıp tasarımı ve yapımı-sökümü, işçilik, beton malzeme-beton dökümü ve taşıyıcı sistemin oluşturulması aşamalarındaki sorunlar” olarak sınırlandırılmış, örneklem alanı olarak İstanbul-Kadıköy ilçesinde halihazırda devam etmekte olan ve kaba yapı üretimi aşamasında olan bir inşaatta çalışmakta olan mimar, mühendis ve ustabaşılar ile görüşmeler gerçekleştirilmiş, meslek sahiplerinin belirttiği sorunlar yerinde gözlemlenerek belirlenmiştir.

Değerlendirme aşamasında, analiz aşamasında belirlenen sorunlar arasından zincirleme hata dizilerine sebep olan bir sorun ayrıştırılmıştır. Belirlenen sorunun nedenleri üzerine yapılan tartışmaların ardından, soruna geçici çözümler bulunarak, sorunun asıl

nedeninin ortaya çıkartılması ile soruna kalıcı çözümler bulunabilmesi amacıyla 8D metodolojisi kullanım kararı verilmiştir.

Uygulama aşamasında ise, yapı üretim sürecinin yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan ve sonraki aşamalarını etkileme potansiyeli olduğu belirlenen sorunun nedenlerinin araştırılması amacıyla 8D metodolojisi devreye sokulmuştur. 8D metodolojisi yardımı ile literatür taraması kısmında detaylıca anlatıldığı üzere basamak basamak çözüm yolları belirlenerek tartışılmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Yapı Üretim Süreci

Yapı üretimi, mimari ürüne ihtiyaç duyulması ile başlayan, girdilerin, çeşitli aşamalardan geçerek fiziksel bir çıktı olan yapıya dönüştürüldüğü (Kuzey, 2008), tekrarlanmayan, kendine özgü, belirli bir zaman dilimi içerisinde sonlanması beklenen, ardışık faaliyetler barındıran (Kaya, 1999), yaşayan bir süreçler bütünüdür. Yapı üretimi, yapı bileşeni ve yapı elde etme amacıyla ilk atılımın gerçekleşmesi ile başlamaktadır (Çağnan ve Özer, 2014). Yapı üretim süreci, kaynakların (girdi) belirli amaçlar doğrultusunda bir araya getirilmesi ile başlayıp, planlanan yapının (çıkıtı) elde edilmesi amacını taşımaktadır (Karabulut, 2007). Yapı üretim süreci, kullanıcı gereksinim ya da isteklerini karşılama amacıyla yapıların meydana getirilmesini amaçlayan bir sistemdir (Karadag Yaman, 2011).

Yapı üretim süreci, planlama, tasarım, yapım (uygulama) ve kullanım olmak üzere dört aşamadan oluşmaktadır (Orhan, 2008). Yapı üretim sürecinde her bir aşamadan elde edilen çıktılar sonraki aşamalarda girdi olarak kullanılmakta, zaman zaman da geri beslemeler gerçekleşebilmektedir. Yapı üretim sürecinin aşamaları aşağıda detaylıca açıklanmıştır:

Planlama aşaması: Planlama, belirlenen amaca ulaşmak için izlenmesi gereken yolun ve yapılması gerekenlerin belirlenmesidir (Harputlugil, 2005). Planlama aşaması, nitelik belirleme işlevini üstlenen (Utkutuğ, 2006) ve maliyet tahminlerinin gerçekleştirildiği aşamadır (Kanit ve Baykan, 2004). Planlama aşaması kapsamında zaman, işgücü, para gibi kaynaklar dahilinde fizibilite çalışmaları yapılmakta ve elde edilen çıktılar sonraki aşamalara aktarılmaktadır.

Tasarım aşaması: Tasarım, “bir sanat eserinin, yapının veya teknik ürünün ilk taslağı” (TDK, 2025), yapının gerçekleştirilebilmesi için ayrıntıların belgelenmesidir (İzgi, 1999). Planlama aşamasının çıktıları, tasarım aşamasında girdi olarak kullanılmaktadır. Tasarım aşaması; ön tasarım, kesin tasarım, uygulama projesi ve detay projeleri olmak üzere 4 alt evreden oluşmaktadır (Kuzey, 2008). Tasarım aşaması, birçok düşüncenin ve çözümün paylaşıldığı, yenilikçi (Hansen ve Olsson, 2011) ve tekrarlayan (Kalsaas ve Sacks, 2011) bir süreçtir.

Yapım aşaması: Yapım, “yapma işi, inşa ve imal” anlamında kullanılmaktadır (TDK, 2025). Yapım aşaması, hazırlanan tasarım projelerinin yapım faaliyetleri yardımı ile yapıya dönüştürüldüğü aşamadır (Kaya, 1999) Ayrıca, yapım aşaması, yapının, tasarım aşamasında hazırlanan uygulama projeleri doğrultusunda zamanında tamamlanmasını sağlamaktır (Şen, 2006). Yapım aşamasında tasarımı yapılan mimari ürünün üretilmesi için üretim, montaj, nakliye gibi faaliyetlerin her adımda titizlikle kontrol edilmesi gerekmektedir (Kuzey, 2008). Yapım aşamasında, tasarım aşamasında alınan kararlar zaman zaman yeniden gözden geçirilerek baştan alınmak zorunda kalınabilir. Yapım

aşaması oldukça fazla detay barındıran ve farklı uzmanlık alanlarının disiplinler arası çalışması ile ilerleyen uzun soluklu bir süreçtir. Yapım aşaması; şantiye kurulumu, yüklenicilerin belirlenmesi, üretim faktörlerinin seçimi, tedarik edilmesi ve yapım işlerini içerdiğinden dolayı sadece üretim eyleminin gerçekleştirildiği aşama olmanın yanında aynı zamanda yönetsel anlamda da izleme-denetleme ve problem çözme aşamasıdır (Karabulut, 2007). Yapım aşaması dahilinde kaba yapının üretimi, ince yapı üretimi ve mekân düzenlenmesi-donatılması olmak üzere bir dizi eylem gerçekleşmektedir. Kaba yapı üretimi; temel, taşıyıcı sistem, duvar, döşeme, çatı gibi elemanların üretilmesini kapsamaktadır. İnce yapı üretimi; pencere, kapı, kaplama uygulamalarını (duvar-döşeme-tavan) ve yalıtım uygulamalarını kapsamaktadır. Mekân düzenlenmesi-donatılması olarak adlandırılan yapı inşaatının son evresi ise iç mekanların işlevsel ve estetik planlamasından oluşmaktadır (Demirarslan vd., 2023).

Kullanım aşaması: Yapı üretim sürecinin tamamlanması ile başlayan süreçtir. Fakat, yapı üretim süreci zaman zaman yapının tamamlanması ile sona ermemekte, üretimde yapılan hata ve eksikliklerin ortaya çıkması ile ya da kullanıcı talepleri doğrultusunda değişiklikler söz konusu olabilmektedir (Alptekin, 2006). Bu durumda, tasarım aşamasında hazırlanan projelere uygun olacak şekilde yeni projeler hazırlanarak isteklere/değişikliklere cevap verilebilmektedir.

2.2. Yapım Aşamasında Karşılaşılan Sorunlar

Çalışma kapsamında araştırması yapılacak olan sorunların belirlenmesi amacıyla, ilk olarak görüşme ve gözlemlerin yapıldığı kaba yapı üretim aşamasında olan inşaatın yapım tekniği ve taşıyıcı sistemi incelenmiştir. İnşaatın, yerinde yapım tekniği ile betonarme taşıyıcı sisteme sahip olarak üretildiği belirlenmiştir. Yapım tekniği, sistemin gerçekleştirilmesi amacıyla farklı malzeme-gereksinimlerin kullanılması ile bina inşa etme yolu (Mengüç, 2009), yerinde yapım ise yoğun bir el emeği barındıran yapım işlerinin binanın inşa edileceği yerde gerçekleştirilmesi eylemidir (Coşkun, 2013).

Yapım aşamasında karşılaşılan sorunlar Baytop (2001)'e göre; "işçilik-malzeme ve araç" kaynaklı olmak üzere 3 bölümde ele alınmakta, Coşkun (2013)'e göre ise "işçilik - malzeme - araç - uygulama - çevresel etmen - proje - finansman - bilgi - teknoloji - program - iletişim - yönetim ve kontrol" kaynaklı sorunlar olarak sınıflandırılmaktadır.

Çalışma kapsamında araştırması ve incelemesi yapılan şantiyede kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunlar, çalışmaya özgü olarak malzeme kaynaklı ve uygulama-işçilik kaynaklı sorunlar olarak 2 bölümde sınıflandırılmıştır.

Malzeme kaynaklı sorunlar; beton ve kalıp malzemesinden kaynaklı sorunlar olarak 2 bölümde incelenmiştir. Beton, belirli oranlarda çimento-agrega-su ve amacına uygun belirli katkıların karışımından oluşmaktadır (Nawy, 2008). Beton malzeme oranları ya da kullanılan kimyasal katkıların miktarı uygun olmadığında tozuma, kabarma, renk bozuklukları, çirçiklenme, dökülme, petek dokusu sorunu olmak üzere çeşitli sorunlar ile karşılaşılabilir (Subaşı, 2009; Engin, 2014). Kalıp malzemesi, üretilen betonun yüzeyi açısından oldukça önemlidir. Kalıp malzemesindeki sorunlar beton yüzeyinde bazı önemli kusurlara neden olabilmekte ve bu kusurların yapılarda zamanla yıpranmaya neden olması ile bakım gereksinimi doğmakta ve kullanım ömründe farklılıklar yaşanabilmektedir (Subaşı, 2009). Kalıp yüzeyinde ahşap-plastik ya da metal malzeme tercih edilebilmekle birlikte çalışmada, araştırma yapılan şantiyede kullanılıyor olması sebebiyle ahşap kalıplar incelenmiştir. Kalıbın beton ile temas edecek yüzeyinde doğru kalıp yağı uygulaması

yapılmış olmalı (Subaşı, 2009), betonun yapışmaması amacıyla ayrıcalar kullanılmalıdır (MEB, 2012). Aksi durumlarda betonda renk bozuklukları, kılcal çatlak ağ, soyulma gibi yüzey kusurları meydana gelebilmektedir (Subaşı, 2009).

Uygulama-işçilik kaynaklı sorunlar; üretimi yapılan inşaata özgü kalıp tasarımı-yapımında ve beton taşınması-dökümü-yerleştirilmesi esnasında belirli kurallara uyulmaması durumunda ortaya çıkan sorunlar olarak 2 bölümde incelenmiştir. Kalıp tasarımı-yapımı, inşaata özgü olmakla birlikte kendisini, betonu ve donatıyı taşıyan, betonu yönlendiren bir göreve sahip olması sebebiyle oldukça fazla öneme sahiptir. Kalıp tasarımı ve yapımında bağ kuşakları, kalıp bağlantı elemanları (tij), destek payandalar ve dikmeler tekniğine uygun şekilde yerleştirilmeli ve sabitlenmelidir (MEGEP, 2006). Aksi durumda beton dökümü ile kalıp açılması, kalıptan beton sızma sorunları ile karşılaşılabilir. Beton malzemenin taşınması da malzemenin içeriği kadar öneme sahiptir. Çünkü mesafe ya da taşıma devri betonun kıvamını etkileyebilmekte, betonun kıvam kaybı yaşamasına sebep olabilmektedir. Beton döküm aşamasında döküm yüksekliğine dikkat edilmemesi de segregasyon (ayırışma) sorunlarına sebep olabilmektedir. Betonun yerleştirilmesi aşamasında gereğinden fazla ya da az vibrasyon uygulanması sebebiyle beton priz alma süresi ile ilgili sorunlar ile karşılaşılabilir (Engin, 2014).

Yapım aşamasında karşılaşılan sorunların tek bir nedeni olabileceği gibi aynı sorunun birden fazla farklı nedeni de olabilmektedir. Bu sebeple üretim yapılan alanlardaki çevresel etmenler, malzeme kalitesi, uygulama ve işçilik detayları gibi mevcut durumlar özelinde sorunların sebeplerinin belirlenmesi gerektiği göz önünde bulundurulmalıdır.

2.3. 8D Metodolojisi

Sorun çözmenin 8 disiplini olarak da adlandırılabilen 8D metodolojisi, müşteri şikayetlerini azaltmayı amaçlarken, hataların engellenemediği bazı durumlarda, soruna anlık geçici bir çözüm sağlamakla birlikte sorunların köküne inerek ortaya çıkmasındaki asıl nedeni bulmayı amaçlayan bir uygulamadır (Türkan ve Görener, 2017; Barosani, vd., 2017). İlk defa 1980 yılında ortaya çıkmıştır (Yılmaz, 2016). 8D metodolojisi özellikle üretim aşamalarında ortaya çıkan problemlerin çözümü için kullanılan bir metodolojidir (Banica ve Belu, 2019). 8D metodolojisi, üretilen ürünün kusurlu olması ya da elde edilen sonuçların müşteriye memnun etmemesi durumlarında (Kumar ve Adaveesh, 2017) sürecin veya hizmetin gelecekteki kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olur (Skurkova vd., 2023). 8D metodolojisinin temel amacı düzeltici faaliyetleri uygulamak ve pekiştirmektir (Dziuba vd., 2021). 8D ile belirlenen problemin kontrol altına alınması, tanımlanması, düzeltilmesi ve iyileştirilmesi süreçlerini içeren bilimsel bir problem çözme yaklaşımı sergilenmektedir (Zarghami ve Benbow, 2017).

8D ile problem çözme süreci, D1-D8 olmak üzere 1'den başlayarak 8'e kadar devam eden aşamalardan oluşmaktadır (Tablo 1). 8D problem çözme metodu hem ürün hem de süreç iyileştirmesi için kullanılabilir. Birlikte ne amaçla kullanılırsa kullanılsın D1-D8 arasındaki basamaklar atlanmadan sıra ile takip edildiğinde belirlenen problem çözüme ulaştırılabilir (Banica ve Belu, 2019). 8D metodolojisinin adımları Tablo 1'de aktarılmıştır.

Tablo 1. 8D metodolojisi (Banica ve Belu, 2019; Barosani vd., 2017)

8D Aşamaları	
D1	Ekibin oluşturulması
D2	Problemin tanımlanması
D3	Kısa vadeli düzeltici faaliyetlerde bulunulması

D4	Kök neden analizi
D5	Planlanan düzeltici faaliyetler
D6	Verimlilik ölçümü
D7	Hataların tekrar oluşmasının engellenmesi
D8	Takımın takdir edilmesi

D1: Ekip, belirlenen problem alanı ile ilgili uzmanlardan oluşmaktadır. Ekip oluşturulduktan sonra belirlenen problem bilgisi ekip üyelerine iletilmektedir (Korenko vd., 2013).

D2: Problemin Tanımlanması: İş akışını bozan, olması gerekenden farklı, eksik, yanlış ya da hatalı olan durum ya da durumlar belirlenir. Problemin tanımlanması aşamasında, belirlenen sorunun net bir şekilde ortaya konması sonraki süreçlerin sorunsuz ilerlemesi açısından çok önemlidir. Problemin neden ve kimden kaynaklandığı, ne zaman ve nerede ortaya çıktığı, nasıl tespit edildiği, üretimde sonraki süreçleri etkileme durumu net bir şekilde ortaya konmalıdır (Whitfield ve Kwok, 1996). Mevcut durumun ortaya çıkartılmasındaki amaç, sorunun tekrar ortaya çıkmaması açısından oldukça önemlidir.

D3: Kısa Vadeli Düzeltici Faaliyetlerde Bulunulması: Problem net bir şekilde ortaya çıkartıldıktan sonra çözümünün gerçekleştirildiği zamana kadar üretimin aksamaması amacıyla olabilecek en kısa sürede geçici bir çözüm oluşturulması aşamasıdır (Grecu vd., 2015).

D4: Kök Neden Analizi: Belirlenen sorunun sebebi kök nedendir. Sorunun çözümü her zaman net olarak görülemeyebilir. Böyle durumlarda kök nedenin bulunması çözüme giden yolu kolaylaştırmaktadır. Belirlenen soruna kalıcı çözüm bulunmasının en önemli basamağı ise kök nedeni belirleyebilmektir. Kök neden/nedenler belirlenirken, önerilecek olan çözümlerin başka zincirleme hatalara sebep olmaması açısından, oldukça detaylı olarak soruna neden olabilecek her personel, malzeme, davranış, koşul vb. düşünülmeli ve kayıt altına alınmalıdır. Kök nedeni bulmak için çeşitli analiz yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Bunlar; 5 neden analizi, beyin fırtınası, pareto analizi, ishikawa (neden-sonuç diyagramı) diyagramlarıdır (Barosani vd., 2017). 5 neden analizi, kök nedene inebilme amacıyla cevap alınamayana kadar 5 defa neden sorusunun sorulması ile gerçekleşmektedir (Chomicz, 2020). Beyin fırtınası, takım üyelerinin her birinin, belirlenen sorun ve çözümü ile ilgili düşüncelerini spontane şekilde paylaştığı ve her düşüncenin bir diğerini harekete geçirebileceği bu sayede en etkili çözümün bulunabileceği mantığına dayanmaktadır. Pareto analizi, birden fazla sorun/hata olduğunda, hataları sınıflandırmaya ve hangisine odaklanılması gerektiğini ortaya çıkartmaya yarar. Ishikawa diyagramı ise, belirlenen sorunların tüm nedenlerini ortaya çıkartmaya yarayan bir diyagramdır. Balık kılıçığı şeklinde oluşturulmuş diyagrama tüm nedenlerin yerleştirilmesi ile problemin anlaşılmasını sağlamaktadır (Atigre vd., 2017). Neden sonuç diyagramında insan-yöntem-makine ve malzeme faktörleri üzerine düşünülerek sorunların çözümü aranmaktadır.

D5: Planlanan/Seçilen düzeltici faaliyetler: Bu aşama sorunun temel nedenini ortadan kaldırmak için en iyi kalıcı düzeltici eylemin/çözümün seçildiği aşamadır (Riesenberger ve Sousa, 2010). Seçilen eylemin/çözümün sonraki süreçlerde herhangi bir olumsuz etki yaratıp yaratmayacağı doğrulanmalıdır (Barosani vd., 2017).

D6: Verimlilik ölçümü: Sorunun belirlenen kök nedenine dair seçilen düzeltici eylemin/çözümün kalıcı olup olmadığının takip edildiği ya da aynı hatanın tekrarlanmaması

için farklı önlemlerin alınabileceği aşamadır. Kalıcılık FMEA, kontrol planları gibi analiz yöntemleri ile takip edilebilmektedir. FMEA, Amerikan ordusu tarafından geliştirilmiş, var olan sistemleri değerlendirip belgelendirme amacıyla kullanılan, hatayı belirlemeye, tekrar oluşmasını engellemeye yarayan problem çözmeye yardımcı olan nicel bir yöntemdir (Shankar ve Prabhu, 2001).

D7: Hataların tekrar oluşmasının engellenmesi: Yapılan çalışmalar sonucunda belirlenen çözümün, bu çözümün yeni hatalara sebep olup olmadığı ve elde edilen verimliliğin verilerinin kayıt altına alınması için sistematik bir planlama yapılması gerekmektedir. Metodolojinin başından itibaren FMEA yöntemine bağlı kalınarak hazırlanan kontrol planları sayesinde hataların tekrarı önlenmiş olmaktadır.

D8: Takımın takdir edilmesi: Oluşturulan 8D ekibinin, metodolojinin başından sonuna kadar atılan tüm adımlar konusunda toplanan verileri, düzeltici eylem/çözümlerin kalıcılığının kontrolünü, belirlenen çözümün verimliliğinin ölçümünü sistematik bir şekilde kayıt altına alındığı aşamadır. Tüm bu süreçler sonucunda ekip, hata ortadan kalktığı için ortaya koyulan çaba ve elde edilen başarı sebebiyle takdir edilmektedir.

3. METODUN UYGULAMA BASAMAKLARI

Çalışmada, nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin bir arada kullanıldığı karma araştırma yöntemi tercih edilmiştir. Karma araştırma yöntemi ile ilk olarak çalışma kapsamında nitel verileri elde etme amacıyla detaylı bir literatür taraması yapılmıştır. Eş zamanlı olarak, çalışmanın ana fikrini oluşturan yapı üretiminin yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunların araştırılması amacıyla alan çalışması gerçekleştirilmiştir. Ardından yapılan literatür taraması ve alan çalışması neticesinde kullanılacak olan metodoloji olarak problem çözümlerinin 8 disiplini olarak bilinen 8D metodolojisinin uygulanmasına geçilmiştir. Çalışma, 8D metodolojisinin literatür taraması bölümünde aktarılan ve 8 adımdan oluşan uygulama basamakları doğrultusunda ilerlemiş ve metodoloji sonucunda oluşturulan rapor ile çalışma sonuçlandırılmıştır. Çalışma, materyal ve metot bölümünde aktarıldığı üzere; analiz, değerlendirme ve uygulama olmak üzere 3 aşamadan oluşmaktadır.

3.1. Analiz Aşaması

Analiz aşamasında, çalışmanın ana fikrini oluşturan yapı üretim süreçlerinden yapım aşamasının kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunların tespit edilmesi amacıyla, İstanbul-Kadıköy'de, kaba yapı aşamasında olan bir şantiyede çalışmakta olan 2 mimar, 1 inşaat mühendisi ve 2 kalıp ustası ile farklı zamanlarda ayrı ayrı görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmeler ve gözlemler neticesinde inşaatta karşılaşılan sorunlar belirlenmiştir. Yapılan görüşmeler ve gözlemler sonucunda mimar- mühendis ve ustalar tarafından belirlenen sorunlar:

1. Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar,
2. Kalıp açılması sorunu,
3. Temelde oluşan izolasyon problemleri,
4. Büyük hacimlerde monoblok beton döküm sorunları,
5. Sürme izolasyon yapılan yüzeylerde karşılaşılan problemler olarak belirlenmiştir.

Görüşme ve gözlemlerin sonucunda analiz aşaması tamamlanmış ve elde edilen bilgiler değerlendirme aşamasına aktarılmıştır.

3.2. Değerlendirme Aşaması

Değerlendirme aşamasında, analiz aşamasında belirlenen sorunlar arasından zincirleme hata dizilerine sebep olabileceği düşünülen sorunlardan “kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar”, çalışma kapsamında 8D metodolojisi yardımı ile çözülmeye çalışılacaktır. Belirlenen sorunun sebepleri üzerine yapılan tartışmaların ardından 8D metodolojisi kullanım kararı verilmiştir.

3.3. Uygulama Aşaması

Uygulama aşamasında, yapı üretim süreçlerinin sonraki aşamalarını etkileme potansiyeli olduğu belirlenen sorunun sebeplerinin araştırılması amacıyla 8D metodolojisi devreye sokulmuştur. 8D metodolojisi yardımı ile, literatür taraması kısmında detaylıca anlatıldığı üzere basamak basamak çözüm yolları belirlenerek tartışılmıştır.

3.3.1. 8D Metodolojisinin Uygulama Basamakları

D1: Ekibin oluşturulması

Analiz aşaması kapsamında, belirlenen şantiyede gerçekleştirilen görüşmeler ve gözlemler sonucunda, belirlenen sorunun çözümü için 3 uzmandan oluşan bir ekip kurulmuştur. Belirlenen problem, kaba yapı üretimi esnasında olduğu ve ince yapı üretiminin sorunsuz ilerlemesini aksatabileceği gerekçesiyle, ekipte bulunan uzmanlardan 2'si şantiyede kaba yapı üretiminde çalışmakta olan, 1 tanesi ise ince yapı üretiminde çalışmakta olan kişilerden seçilmiştir.

D2: Problemin tanımlanması

Analiz aşamasında belirlenen sorunlardan “kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar”, metodoloji kapsamında problem olarak belirlenmiştir. Belirlenen problem kalıp malzemesi, kalıp yapımı ve beton ile ilgili olduğundan ilk olarak çalışma alanındaki mevcut durum araştırılmıştır. Gözlem ve görüşmelerin gerçekleştirildiği şantiyede; ahşap malzemedan üretilmiş kalıpların tercih edilmekte olduğu, kalıpların beton ile temas eden yüzeyinde kontrplak malzeme tercih edildiği belirlenmiştir. Şekil 2'de düşey taşıyıcı kalıp yapım görselleri ve perde kalıp görseli, Şekil 3'te ise döşeme kalıp görseli görülmektedir. Görsellerde bağ kuşakları, kalıp bağlantı elemanları (tij), destek payandalar ve dikmeler net olarak görülmektedir.



Şekil 2: Kolon kalıp görseli ve perde kalıp görseli (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)



Şekil 3: Döşeme kalıp görseli (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Şekil 4'te ise kolon kalıp uygulaması sırasında kullanılan ahşap ve metal destek payandalarının görselleri görülmektedir. Destek payandalar direk olarak betona tutturulabildiği gibi, zemine monte edilmiş ahşap elemanlara da monte edilebilmektedir. Destek payandalar zemine uygun ve doğru şekilde monte edilmediğinde kayma yapabilmekte ve kalıp açılması sebebi ile kolon yüzeyinde bombeleşme gerçekleşebilmektedir.



Şekil 4: Destek payanda (ahşap/metal) (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Şantiyelerde kalıp yapımı ve beton dökümü sırasında karşılaşılan bazı problemler ya da farkında olunmadan yapılan hatalar, ince yapı üretimi aşamasına gelindiğinde telafi edilmeye çalışıldığında, üretimi yavaşlatabilme ya da aksatabilmektedir. Bu sorunların sebeplerinin ortaya çıkartılması ve çözümün belirlenmesiyle, üretimi yapan kişiler hatalarını düzeltmiş olacak ve hatanın telafisi için maddi zararlar ile işgücü ve zaman kayıplarının önüne geçilmiş olacaktır.

Kalıp yapım aşamasında ve beton dökümü esnasında yapılan hatalardan dolayı zaman zaman beton kalıbın içerisinde tam olarak ilerleyememekte, zaman zaman da beton dökümü esnasında kullanılan katkıları sebebiyle kıvamı sıvılaştıran beton homojen olmayan şekilde dağılarak kalıptan sızabilmektedir. Sonuç olarak da kalıp söküldüğünde, üretilen elemanda yapılan hatanın sonuçları gözlemlenebilmektedir. Şekil 5'te kalıptan sızmış beton görselleri görülmektedir.



Şekil 5: Kalıptan beton sızma görseli (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Şekil 6'da ise, kalıp açıldıktan sonra üretilen elemandaki sorun net olarak görülmektedir. Belirlenen sorun, literatürde "petek dokusu sorunu" olarak adlandırılan, üretilen elemanda zaman zaman yüzeysel zaman zaman ise gözle görülemeyecek noktalarda oluşan boşluklardır. Petek dokusu sorunu, taşıma kapasitesinde azalmaya sebep olarak yapı mukavemetini etkileyebilmekte, meydana gelen boşluklar sebebiyle yapı içerisine su-hava girmesine sebep olabilmekte ve donatılarda korozyona sebep olabilmektedir (Ejuh ve Elekima, 2022). Petek dokusu sorunu küçük (25mm az), orta boy (25 mm fazla) ve büyük boy (25 mm fazla ve donatının görülebildiği) olmak üzere farklı tiplerde meydana gelebilmektedir (Ejuh ve Elekima, 2022).



Şekil 6: Kalıp sökülmesi ile ortaya çıkan petek dokusu sorunu (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Problemin tanımlanması aşamasında, bazı soruların net bir şekilde cevaplanması problem çözme metodolojisinin sorunsuz ilerlemesi açısından önemlidir. Bu doğrultuda aşağıda belirlenen sorular ve cevapları, kaba yapı üretim aşamasında çalışmakta olan 1 mimar, 1 inşaat mühendisi ve ince yapı üretim aşamasında çalışmakta olan 1 mimardan oluşan ekip yardımı ile çözümlenmiş ve şantiyeden görseller ile desteklenmiştir.

Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar neden kaynaklanmış olabilir?

- Kalıp malzemesinin ince olması ve beton ağırlığını taşıyacak mukavemete sahip olmaması,
- Kalıpta kullanılan bağlantı elemanlarının kalıp ustası tarafından tekniğine uygun şekilde yapılmaması,
- Kalıp destek elemanlarının yeterli sayıda kullanılmaması ve tekniğine uygun yerleştirilmemesi,
- Kullanılan betonun gereğinden fazla akışkan olması,
- Kullanılan betonun gereğinden fazla yoğunluğa sahip olması,
- Beton dökümü esnasında gereğinden fazla/ az sürede vibrasyon uygulanması.

Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar kimden kaynaklanmış olabilir?

- Kalıp ustası-işçilik,
- Beton üreticisi (beton kıvamı, agrega boyutu),
- Yüklenici firmadan kaynaklı malzeme kalitesi yetersizliği.

Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar hangi elemanın üretiminde ortaya çıkmış olabilir?

- Perde duvar,
- Tabliye,
- Düşey ve yatay taşıyıcı sistem,
- Merdiven,
- Kolon giriş birleşim noktaları.

Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar üretimde sonraki hangi süreçleri etkileme ihtimali olabilir?

- Kaba sıva,
- İnce sıva,
- Duvar örülmesi,
- Döşeme.

Belirlenen sorulara verilen cevaplar ile problem ve sonraki süreçleri etkileme durumu net bir şekilde ortaya çıkartılmıştır. Elde edilen bilgiler bir sonraki aşamaya aktarılmaktadır.

D3: Kısa Vadeli Düzeltici Faaliyetlerde Bulunulması: 8D metodolojisinin uygulanma sürecinde, kök neden analizi adımına geçmeden önce sorunun çözümüne kadar alınan geçici tedbirler, süreçte zaman kazanılmasını sağlamaktadır. Çalışma özelinde, problemin çözüm aşamasında olduğu gibi, alınan kısa vadeli düzeltici faaliyetlerde de çözüm süreci oldukça uzundur. Bu sebeple, çalışma kapsamında çözülmeye çalışılan problemin beton döküm ve kalıp söküm süreçlerinin sonunda ortaya çıktığı belirlendiği için, metodolojinin D3 aşamasında ekip tarafından kalıp ustalarına ortaya çıkan problemin neden kaynaklı olabileceği ile ilgili bilgiler aktarılmıştır. Bu uygulamada kalıp söküm süreci kısa bir süreç olmadığından alınan tedbirlerin sonucunu görmek için söküme kadar beklemek gerekmektedir. Uzun vadeli bir çözüm süreci olsa da, alınan önlem/önlemler sonraki süreçleri olumlu bir şekilde etkileyecektir.

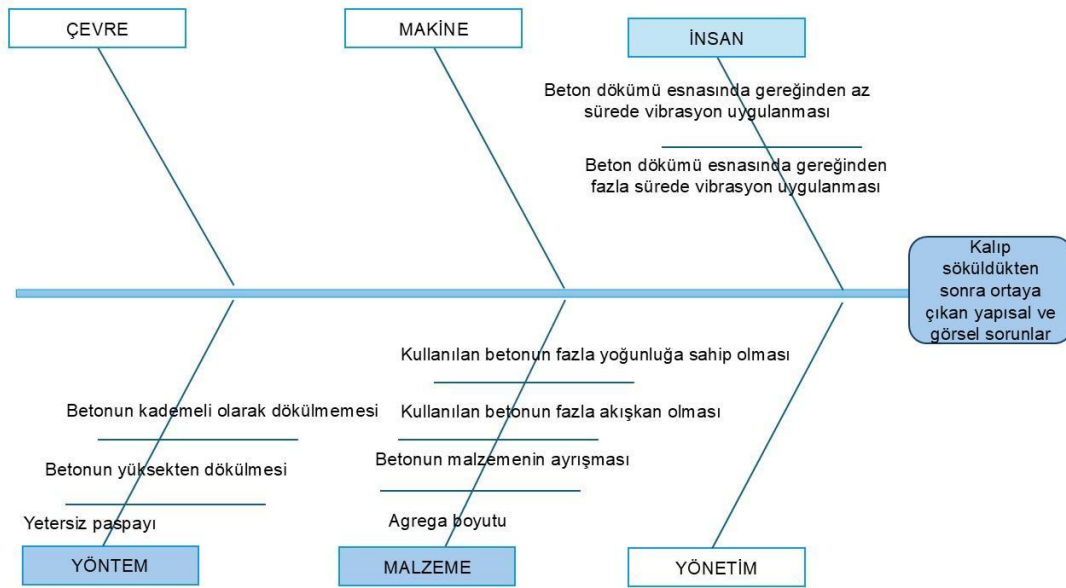
D4: Kök Neden Analizi: Petek dokusu probleminin kök nedenini bulma amacıyla İshikawa diyagramından yararlanılmıştır (Tablo 2 ve Şekil 7). İshikawa diyagramında, belirlenen sorunun bir önceki aşamada listelenen nedenleri diyagram şeklinde ortaya çıkartılmıştır. Belirlenen tüm nedenlerin balık kılıcı şeklinde düzenlenen İshikawa diyagramına yerleştirilmesi ile problem daha anlaşılabilir ve çözüm odaklı olmaktadır.

Tablo 2. Olası Kök nedenler (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

NO	İNSAN	YÖNTEM	MALZEME
1	Beton dökümü esnasında gereğinden fazla sürede vibrasyon uygulanması	Yetersiz pas payı	Betonun fazla akışkan olması
2	Beton dökümü esnasında gereğinden az sürede vibrasyon uygulanması	Betonun kademeli olarak dökülmemesi	Betonun fazla yoğunluğa sahip olması

3	Betonun yüksekten dökülmesi	Betonun malzemenin ayrışması
4		Agrega boyutu (tane çapı)

Tablo 2’de olası kök nedenler ekip ile yapılan beyin fırtınası sonucunda tablolaştırılmış ve Şekil 7’de İshikawa diyagramı belirlenen kök nedenler üzerinden oluşturularak doğrulanmıştır.



Şekil 7: İshikawa diyagramı (Yazar tarafından üretilmiştir, 2024)

Diyagramda, insan ve yöntem unsurlarının 2’şer ve 3’er, malzeme unsurunun ise 4 potansiyel kök nedeni olduğundan tüm unsurlara bağlı kök nedenler üzerinde durulacaktır. Çalışma kapsamında oluşturulan İshikawa diyagramında, belirlenen problemin sadece bir unsura bağlı olarak değil birden fazla unsura bağlı olarak oluştuğu görülmektedir. Kök nedenler belirlenirken, üretilen kalıbın, dökülen beton malzemenin ve malzemenin dökümü sırasındaki teknik detayların hepsi birbiri ile bağlantılı olduğundan ve birbirini etkileme durumu olduğundan tek bir unsura bağlı çözüm aramak yerine bütünlük bir çözüm arayışına gitmenin doğru olacağına karar verilmiş ve bu sebeple insan, yöntem ve malzeme unsurlarının üçünün de üzerine araştırma yapılmıştır.

Süreçte yapılan hataların tekrarlanmaması için ilk olarak malzemeler kontrol edilmiştir. Kalıp malzemelerinde (bağ kuşakları, kalıp yüzeyleri, bağlantı elemanları, destek payandaları vb.) herhangi bir sorun bulunmamış, betonun da projede belirlenen değerlere sahip olduğu ve döküm esnasında kıvamının olması gerektiği gibi olduğu doğrulanmıştır. Bu doğrultuda, ortaya çıkan problemin sebebinin ustaların teknik detaylar hakkındaki yetersizliğinden kaynaklandığı belirlenmiştir. Hatanın; yetersiz vibrasyon uygulanmasından dolayı malzemenin ayrışması, betonun uygun olmayan şekilde dökülmesi ya da yanlış katkı kullanımı sebebiyle oluştuğu belirlenmiştir.

D5: Planlanan/Seçilen düzeltici faaliyetler: “Kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar” olarak belirlenen petek dokusu problemini ortadan kaldırma

amacıyla en iyi kalıcı/düzeltici eylem/çözüm belirlenmelidir. Bir önceki aşamada belirlenen problemin kök nedenlerinin insan, yöntem ve malzeme unsurlarına bağlı ortaya çıkabildiği oluşturulan tabloda görülmekte ve İshikawa diyagramında doğrulanmaktadır. Üretilen elemanlardaki görsel sorunlar kalıp ustasının yaptığı teknik hatalardan kaynaklanmaktadır.

- Yanlış agrega boyutu,
- Uygun olmayan beton kıvamı,
- Pas payı yetersizliği,
- Beton malzemenin ayrışması,
- Betonun kademeli olarak dökülmemesi,
- Beton dökümü esnasında şartlardan dolayı fazla katkı kullanımı ile betonun kıvamının bozulması,
- Beton dökümü esnasında gereğinden fazla sürede vibrasyon uygulanması,
- Beton dökümü esnasında gereğinden az sürede vibrasyon uygulanması olarak listelenen kök nedenlerden bir veya birkaçının sorunun kaynağı olduğu tespit edilmiş ve çözüm sürecine geçilmiştir.

Bu doğrultuda, ekip tarafından 3 aşamalı bir çözüm süreci önerilmektedir. Bunlar;

1. Kalıp ustasının kalıp yapımı sırasında teknik detayları dikkate alarak çalışması (pas payı),
2. Beton dökümü sırasında beton kıvam ve agrega tane çapı kontrolü,
3. Kalıba beton dökümü sırasında yerleşmeye yardımcı faaliyetlerin doğru miktar ve sürede uygulanması şeklinde sıralanmıştır.

D6: Verimlilik ölçümü: Bir üst aşamada planlanan/seçilen düzeltici faaliyetlerin uygulandığı ve takiben yapılan önceki çalışmaların verimliliğinin ölçüldüğü aşamadır. Çalışma, yerinde ve projeye uygun olarak hazırlanan kalıpların kullanılması ile beton dökümü esnasında yapılan hata/hatalardan dolayı kalıp sökümü ile ortaya çıkan sorunların çözümünü içermektedir. Çalışma kapsamında bir önceki aşamada belirlenen düzeltici faaliyetler, projenin sonraki aşamalarında kalıp yapımı ve beton dökümü ile ilgili teknik detaylara dikkat edilerek uygulanmış ve karşılaşılan hataların önüne geçilmiştir.

D7: Hataların tekrar oluşmasının engellenmesi: Kalıp ustalarının karşılaşılan hatalar sonucunda teknik detaylar konusunda bilgilendirilmesi sonucunda hatalar önlenmiş olsa da kalıp yapım ve beton döküm aşamaları yapı üretiminin yapım aşamasının, şantiye şefi tarafından kontrol edilmesi gereken önemli basamaklarından biridir. Yapı üretim süreci proje odaklı, farklı ve özel çözümler içeren süreçler bütünü olduğundan seri üretim gerçekleştiren üretim tesislerinde olduğu gibi hatanın çözülmüş olması bir daha karşılaşılmayacağı anlamına gelmemektedir. Belirlenen hata insan faktörüne bağlı olarak ortaya çıktığı için kalıp ustalarının teknik detaylara dikkat etmelerinin yanında sorumlular tarafından kontrolün elden bırakılmaması gerektiği belirlenen kök nedenler dikkate alındığında açıkça görülmektedir.

D8: Takımın takdir edilmesi: Oluşturulan 8D ekibi, belirlenen problem, problemin kök nedeni ve çözümü ile ilgili alınan önlemler konusunda şantiyede başta kalıp ve donatı ustaları olmak üzere çalışan kişileri bilgilendirmiştir. Süreç başında belirlenen hata çözüme kavuştuğu için emeklerinden dolayı ekip takdir edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Yapı üretimi birden fazla girdisi ve çıktısı olan süreçler bütünüdür. Yapı üretim sürecinde oldukça fazla aşama olduğu gibi, her aşamanın sonucu sonraki aşamaları etkileyebilmekte ve sürecin sorunsuz ilerlemesi sektöre uğrayabilmektedir. Yapı üretim sürecinin yapım aşamasının alt evrelerinde yapılan uygulamalardan kaynaklı zaman zaman yapısal ve görsel sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Ortaya çıkan sorunların çözümü için zaman, iş gücü ve maddi konularda yükümlülükler artabilmektedir. Bu çalışmada hali hazırda devam etmekte olan bir şantiyede çalışmakta olan usta-ustabaşı-mimar ve mühendisler ile görüşmeler gerçekleştirilmiş ve kaba yapı üretimi esnasında karşılaşılan sorunlar sorgulanmıştır. Sorunların çözümü için 8D problem çözme metodolojisi devreye sokulmuş ve metodoloji kapsamında problemin kök nedenleri belirlenerek çözüm yolları üzerinde durulmuştur.

8D metodolojisinin amacı üretim gerçekleştirilirken karşılaşılan sorunlara çözüm bulma amacıyla sorunun köküne inilerek sorunun bir daha tekrarlanmasının engellenmesidir. Yapılan literatür taraması neticesinde 8D metodolojisinin ağırlıklı olarak seri üretim gerçekleştirilen işletmelerde tercih edildiği görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, 8d metodolojisinin mimarlık bilimleri gibi projeye özel üretim gerçekleştirilen durumlarda kullanımına dair örnek teşkil etme ve metodolojinin mimarlık bilimlerinde uygulanması durumunda sonuçlarının proje için faydalı olup olmadığının ortaya çıkartılmasıdır.

Çalışma kapsamında belirlenen problem olan “kalıp söküldükten sonra ortaya çıkan yapısal ve görsel sorunlar”ın, kalıp ustalarının teknik detaylara dikkat etmeden üretim gerçekleştirmesi, uygun olmayan beton malzeme kullanımı ve yerleştirme tekniklerindeki yetersizliklerden dolayı oluştuğu belirlenmiştir. Yanlış ve eksik detaylar ile üretilen kalıplara uygun olmayan şekillerde beton malzeme dökülmesi sonucunda kalıp söküldüğünde “petek dokusu” olarak adlandırılan, üretilen elemanlarda yüzeysel boşlukların oluştuğu bir sorunun ortaya çıktığı görülmektedir. Petek dokusu sorunu kalıbın sökülmesi ile görülen yüzeysel boşlukların yanında bazen beton kütlesi içerisinde de oluşabilmekte ve bu durum yapısal hasara neden olabilmektedir. Petek dokusu sorununda, donatı fazlalığından ya da beton yoğunluğundan betonun kalıbı tam doldurulamaması sebebiyle oluşan boşluklar kalıp yüzeyine yakın noktalarda ise kolayca tespit edilebilmesine rağmen beton kütlesi içerisinde ise ultrasonik teknikler ile tespit edilebilmektedir.

Bu çalışmada belirlenen yüzeysel boşlukların (petek dokusu) mukavemet sorunlarına yol açmayıp, ince yapı üretimi aşamasında geçildiğinde fazladan iş gücü ve malzeme kullanımı ile telafi edilebilecek boyutta olduğu belirlenmiştir. Fakat çok katlı ve büyük bir şantiyede aynı sorundan birden fazla katta ve birden fazla sayıda ortaya çıktığında, sorunun telafi edilebilmesi için yapı üretim sürecinin yapım aşamasının kaba yapı üretimi için planlanan süreyi dolayısıyla tüm süreyi aksatma durumu oluşabilmektedir. Bu sorunun telafisi için iş gücü-malzeme ve maddi kayıpların yaşanması ile proje planlama aşamasında belirlenenden farklı bütçeler ortaya çıkabilmektedir. Bu sebeple sorunun henüz üretimin ilk aşamalarında saptanıp çözüm yollarının aranması ilk etapta belirlenen iş planına bağlı kalma açısından oldukça önemlidir. Belirlenen soruna geleneksel yollardan deneme yanılma yöntemleri ile çözüm bulmak yerine çokça tercih edilen problem çözme metodolojilerinden 8D metodolojisi ile çözüm bulunmuş olması tüm süreci üst ölçekten gözlemleyebilmeyi ve belirlenen soruna sistematik şekilde yaklaşarak nedenlerin tümünün ortaya çıkartılmasını ve ana nedenin saptanarak soruna çözüm bulunmasını sağlamıştır.

8D metodolojisinin mimarlık bilimleri-yapı üretimi aşamasında uygulanmasına dair ilk örnek olarak çalışma, belirlenen sorunun kök nedenlerinin ortaya çıkartılması, kök nedenlerden en önemli olanların belirlenmesi ve belirlenen neden üzerinden soruna çözüm bulunması açılarından oldukça faydalı olmuştur. Çünkü bir sorunun birden fazla nedeni olabilmekte ve çoğu zaman nedenler arasından en önemlisi belirlenememektedir. Böylece sorun çözülmeden üretim uzun süreler devam etmek zorunda kalmaktadır. Çalışma kapsamında oluşturulan model kapsamında, analiz-değerlendirme ve uygulama aşamalarına uyularak, belirlenen sorunlara çözüm bulunabileceği açıkça görülmektedir. Önerilen modelin, kaba yapı üretimi yanında ince yapı üretim aşamasında karşılaşılan sorunların çözümü için de kullanılabilirliği ayrıca belirtilmelidir. Yapı üretim süreci, özel ve kendine has detaylar barındırmaktadır. Bir proje kapsamında belirlenen problemlere özgü oluşturularak uygulanan 8D yöntemi farklı bir yapı üretim sürecinde kullanılmamalı, her proje-şantiye için özel olarak belirlenen problemlere has yeniden oluşturulmalıdır. Çalışma kapsamında ele alınan problem ve önerilen çözüm, üretimi devam etmekte olan şantiye için oldukça faydalı olmuş, maddi zararlar ile zaman-ış gücü kayıplarının önlenmesini ve üretimin sorunsuz ilerlemesini sağlamıştır.

Bilgilendirme / Teşekkür

Aksi belirtilmediği takdirde makalede kullanılan şekiller ve çizelgeler belirtilen yazarlar tarafından, belirtilen tarihte üretilmiştir.

Çıkar Çatışması Bildirimi ve Sorumluluk Bildirimi

Bu makalede araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur, olası bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Makalede belirtilen tüm görüş ve düşünceler yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Makalede yer alan görsellerin kullanımına dair yasal izinlerin alınması yazarların sorumluluğundadır, bu konuda derginin sorumluluğu bulunmamaktadır.

Yazar Katkı Bildirimi

Makalenin tüm aşamaları yazar tarafından oluşturulmuştur.

KAYNAKLAR

Kitap

BAYTOP, F., 2014. *İnşaat uygulamalarında yanlışlar doğrular*. İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları.

DEMİRARSLAN, D., DEMİRARSLAN, S. ve DEMİRARSLAN, O., 2023. *Mimarlıkta ince yapı temel kavramlar ve ilkeler*. Ankara: İksad Publishing House.

İZGİ, U., 1999. *Mimarlıkta süreç: kavramlar, ilişkiler*. İstanbul: Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları.

NAWY, E. G., 2008. *Concrete construction engineering handbook*. Boca Raton: CRC Press.

ZARGHAMİ, A. ve BENBOW, D. W., 2017. *Introduction to 8D problem solving*. Wisconsin: Quality Press.

Konfresnsta bildiri

GRECU, I., BELU, N. ve MİSZTAL, A., 2015. Increasing customer satisfaction through the application of the 8D methodology. İçinde: *International Conference on Management and Industrial Engineering*, Ekim 2015, Bükreş. Romanya: Niculescu, Publishing House. s. 488-495.

KALSAAS, B. T. ve SACKS, R., 2011. Conceptualization of interdependency and coordination between construction tasks. İçinde: *Proceedings of the IGLC-19*, 13-15 Temmuz 2011, Lima. Peru: IGLC. s. 33-44.

RİESENBERGER, C. A. ve SOUSA, S. D., 2010. The 8D methodology: an effective way to reduce recurrence of customer complaints. İçinde: *Proceedings of the world congress on engineering Vol III*, 30 Haziran-2 Temmuz 2010, Londra. Birleşik Krallık: WCE 2010.

SHANKAR, N. R. ve PRABHU, B. S., 2001. Application of fuzzy logic to matrix FMECA. İçinde: *AIP Conference Proceedings*, 16-20 Temmuz 2000, Ames. Iowa: American Institute of Physics. s. 1987-1994.

Dergide makale

ATİGRE, P. S., SHAH, A. P. ve PATİL, V. R., 2017. Application of 8D methodology for minimizing the defects in manufacturing process: A case study. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. 6 (09), s. 123-126.

BANİCA, C. F. ve BELU, N., 2019. Application of 8D methodology an effective problem-solving tool in automotive industry. *Scientific Bulletin Automotive Series*. XXV (29), s. 1-7.

BAROSANİ, S., BHALWANKAR, N., DESHMUKH, V., KOKANE, S. ve KULKARNİ, P. R., 2017. A review on 8D problem solving process. *International Research Journal of Engineering and Technology*. 4 (4), s. 529-535.

CHOMİCZ, A., 2020. Application of G8D method for the quality issue analysis in a manufacturing company. *Organizastion and Management Series*. 143, s. 23-33.

ÇAĞNAN, Ç. ve ÖZER, H., 2014. Yapı üretiminde sistem yaklaşımı ile yapı ürünü performanslarının çevre-ekoloji ve yasal zorunluklar bağlamında test edilmesine yönelik bir model önerisi. *Megaron*. 9 (4), s. 255-270. DOI: 10.5505/MEGARON.2014.29491

DZİUBA, S., INGALDİ, M., KOZİNA, A. ve HERNES, M., 2021. 8D report as the product improvement tool. *Sistemas & Gestao*. 16 (2), s.157-165.

EJUH, G. O., ve ELEKİMA, A. N. J., 2022. Critical analysis of honeycomb to actualize building design appearance. *International Journal of Engineering and Modern Technology (JEMT)*. 8 (3).

HANSEN, G. K. ve OLSSON, N. O. E., 2011. Layered project-layered process: Lean thinking and flexible solutions. *Architectural Engineering And Design Management*. 7 (2), s. 70-84.

KANIT, R. ve BAYKAN, U. N., 2004. Bina yaklaşık maliyetinin çoklu doğrusal regresyon ile belirlenmesi. *Politeknik dergisi*. 7 (4), s. 359-369.

- KORENKO, M., KROCKO, V., ZİTNAK, M., FOLDESİOVA, D., ADAMİK, M., ALLO, S. ve KUZENKO, L., 2013. Application 8D method for problems solving. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер: Агроінженерні дослідження*, (17), s. 330-339.
- KUMAR, T. S. M. ve ADAVEESH, B., 2017. Application of “8D methodology” for the root cause analysis and reduction of valve spring rejection in a valve spring manufacturing company: A case study. *Indian J. Sci. Technol.* 10 (11), s. 1-11.
- LESTYÁNSZKA ŠKŮRKOVÁ, K., FİDLEROVÁ, H., NİCİEJEWSKA, M. ve IDZİKOWSKI, A., 2023. Quality improvement of the forging process using pareto analysis and 8D methodology in automotive manufacturing: A case study. *Standards*, 3 (1), s. 84-94.
- SUBAŞI, S., 2009. Betonarme kalıp uygulamalarından kaynaklanan beton yüzey kusurları ve çözüm önerileri. *Dizayn Konstrüksiyon*. 278, s. 84-89.
- TŪRKAN, T. ve GÖRENER, A., 2017. Süreç iyileştirme: Vasıflı çelik üretim sektöründe bir uygulama. *Optimum Ekonomi ve Yönetim Bilimleri Dergisi*. 4 (2), s. 23-40.
- UTKUTUĞ, Z., 2006. Konutta kalite kavramı ve yapı hasarları. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*. 21 (2), s. 205-211.
- WHİTFİELD, R. C. ve KWOK, K. M., 1996. Improving integrated circuits assembly quality – a case study. *International Journal of Quality & Reliability Management*. 13 (5), s. 27-39.

İnternet kaynağı

- ENGİN, Y., 2014. *Betonda görülebilecek problemler, yüzey problemleri, döküm ve yerleştirme problemleri, betonu olumsuz etkileyen çevresel etkiler* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.betonvecimento.com/wp-content/uploads/2014/12/beton-ilgili-problemler.pdf> [Erişim tarihi: 08.01.2025].
- MEB, 2012. *MEB, İnşaat teknolojisi, inşaat öncesi hazırlık* [çevrimiçi]. Erişim adresi: https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Ah%C5%9Fap%20Kal%C4%B1p%20C3%96ncesi%20Haz%C4%B1rl%C4%B1k.pdf [Erişim tarihi: 08.01.2025].
- MEGEP, 2006. *MEGEP, inşaat teknolojisi, kalıp yapma* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://www.clouds.com.tr/web/uploads/dosya/272014.pdf> [Erişim tarihi: 07.01.2025].
- TŪRK DİL KURUMU, 2025. *Tasarım* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <https://tdk.gov.tr/> [Erişim tarihi: 06.01.2025].
- TŪRK DİL KURUMU, 2025. *Yapım* [çevrimiçi]. [Erişim adresi: <https://tdk.gov.tr/>] [Erişim tarihi: 06.01.2025].
- YILMAZER, A., 2016. *Kalite kontrol ve kalite güvence* [çevrimiçi]. Erişim adresi: <http://aliyilmazer.blogspot.com.tr/2016/03/8d-problem-cozme-yontemi-nedir.html> [Erişim tarihi: 12.08.2024].

Tez

- ALPTEKİN, G. Ö., 2006. *Yapı üretiminde tasarım kalitesinin yükseltilmesine yönelik bir model*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.

- ÇOŞKUN, K., 2013. *Yapı elemanlarının üretiminde kullanılan yerinde yapım tekniklerinin iyileştirilmesi için model önerisi*. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- HARPUTLUGİL, T., 2005. *Yapı elde etme sürecinde tasarım yönetimi-hastane yapılarının ön tasarımında karar alma modeli ve örneklenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- KARABULUT, Ö., 2007. *Yapı üretim sürecinde kaynak yönetimi karar alma modeli*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- KARADAG YAMAN, S., 2011. *Yapı üretim sürecinde kalite yönetimi-termal otel yapısı kalite yönetimi analiz modeli*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi.
- KAYA, E., 1999. *Yapı üretim sürecinde yapım aşamasında kaliteyi etkileyen faktörler ve işgücünün önemi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- KUZEY, R., 2008. *Yapı üretim sürecinde enformasyon teknolojileri kullanımı açısından tasarım-uygulama etkileşimi*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi.
- MENGÜÇ, H., 2009. *Yapı elemanları ölçeğinde yapım tekniklerinin tespiti, analizi ve sınıflandırılması*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- ORHAN, V., 2008. *Toplu konutlarda kullanım aşaması kalite değerlendirmesi-Eryaman 7. Etap Toplu Konut uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi.
- ŞEN, F.G., 2006. *Müşteri isteklerindeki değişikliklerin proje nitelikleri üzerindeki etkileri*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi.

Biyografi

Benay Çubukcuoğlu Paksoy

2003-2007 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Mimarlık Bölümünde lisans eğitimi almıştır. 2008 yılında başladığı İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimari Tasarım Yüksek Lisans Programından "Bursa Doğanbey Kentsel Dönüşüm Projesinin Tarihi Kent ve Kullanıcı Kimliği Üzerine Etkileri" adında yüksek lisans tezi ile mezun olmuştur. 2019 yılına kadar özel sektörde yapı üretim sürecinin tasarım ve yapım aşamalarında, farklı projelerde farklı görevler almıştır. 2019 yılında Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yapı Bilgisi Doktora Programına başlamış ve 2023 yılında "Yapı Kabuğunda Kullanılan Cephe Teknolojilerinin Değerlendirilmesi İçin Model Önerisi" adlı doktora tezi ile mezun olarak doktor unvanını almıştır. 2023 yılından beri akademik çalışmalarına devam etmektedir.