T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR YALIN İNŞAAT YÖNTEMİ OLARAK SON PLANLAYICI SİSTEM YAKLAŞIMLARINA YÖNELİK META ANALİZİ

ESRA AYDIN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK ANABİLİM DALI
KONUT ÜRETİMİ VE YAPIM YÖNETİMİ PROGRAMI

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ FÜSUN ÇİZMECİ YÖREŞ

İSTANBUL, 2019

T.C.

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİR YALIN İNŞAAT YÖNTEMİ OLARAK SON PLANLAYICI SİSTEM YAKLAŞIMLARINA YÖNELİK META ANALİZİ

Esra AYDIN tarafından hazırlanan tez çalışması 23.07.2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ERCAN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Emrah ACAR

İstanbul Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim dalı Konut Üretimi ve Yapım Yönetimi programında, Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ yürütücülüğünde, yaklaşık iki yıllık bir çalışma sürecinin sonunda ortaya konmuş bir yüksek lisans tez araştırmasıdır. Bu tez çalışması dünyada özellikle son yıllarda gelişmekte olan yalın inşaat yaklaşımlarından biri olan ve inşaat sürecinde üretimin kontrolünü esas alan ''Last Planner (Son Planlayıcı) Sistemi'' nin meta analizi yöntemiyle irdelenmesi ve uzman panel değerlendirmesi ile sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliğinin tartışılmasını amaçlamaktadır.

Bu iki yıllık çalışma sürecinde, bilgisi ve yardımlarını, tüm pozitifliğiyle üzerimden esirgemeyen değerli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ' e;

Tez savunma sınavıma gelip değerli yorumlarda bulunan hocalarım Dr. Öğr. Üyesi Tuğçe ERCAN ve Doç. Dr. Emrah ACAR'a;

Çalışma sürecinde manevi desteklerini üzerimden esirgemeyen aileme, bu süreçte deneyim ve bilgilerini benimle paylaşan başta Y. Mimar Sedef BAŞAR olmak üzere tüm arkadaşlarıma ve uzman panel değerlendirmeleri için yorumlarını benimle paylaşan tüm inşaat sektörü uzmanlarına;

En içten teşekkürlerimle…

Temmuz, 2019

Esra AYDIN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KISALTMA LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ vii

ÇİZELGE LİSTESİ viii

ÖZET x

ABSTRACT xii

BÖLÜM 1

GİRİŞ 1

1.1 Literatür Özeti 1
1.2 Tezin Amacı 6
1.3 Orjinal Katkı 8

BÖLÜM 2

YALIN ÜRETİM FELSEFESİ 9

2.1 Yalın Üretim İlkeleri 15
2.2 Yalın Üretim Teknikleri 17
2.3 Yalın Üretim Sistemi ile Fordist Üretim Sisteminin Karşılaştırılması 21

BÖLÜM 3

YALIN İNŞAAT 23

3.1 Dönüşüm- Akış- Değer Teorisi 23
3.2 İnşaat Sektörü Sorunlarına Alternatif Olarak Yalın İnşaat Yaklaşımları 27
3.3 Dünya Genelindeki Yalın İnşaat Grupları ve Yalın İnşaat Çalışmaları 31
3.4 Yalın İnşaat Yöntemleri ve Uygulamaları 32
3.4.1 Yalın Proje Teslim Sistemi (Lean Project Delivery System- LPDS) 33
3.4.2 Son Planlayıcı Sistem Yaklaşımı (Last Planner System- LPS) 36

BÖLÜM 4

LAST PLANNER (SON PLANLAYICI) ÜRETİM KONTROLÜ SİSTEMİ 39

4.1 Last Planner Sistemi İle İlgili Kavramlar 40
4.1.1 İş Akışı (Work Flow) 40
4.1.2 İş Kırılım Şeması (Work Breakdown Structure) 41
4.1.3 İş Paketleri (Work Packages) 41
4.1.4 Plan Tamamlanma Yüzdesi (Percent Plan Complete) 43
4.2 Last Planner Sistem Aşamaları 43
4.2.1 Ana Program (Master Schedule) 44
4.2.2 Aşama Programı (Phase Schedule) 44
4.2.3 İleriye Yönelik Planlama (Look Ahead Plan) 44
4.2.4 Haftalık İş Programları (Weekly Work Planning-WWP) 47

BÖLÜM 5

METODOLOJİ 50

5.1 Araştırmanın Yöntemi 50
5.2 Last Planner Sistem Yaklaşımları Üzerine Meta Analizi 52
5.2.1 Meta Analizi Çalışmasının Amaç, Kapsam ve Yöntemi 52
5.2.2 Meta Analiz Çerçevesine Göre İçerik Boyutu Analizleri 55
5.2.2.1 Tanımlayıcı Bilgiler Kategorisi Analizleri 56
5.2.2.2 Bağlam Kategorisi Analizleri 62
5.2.3 Meta Analiz Çerçevesine Göre Biçim Boyutu Analizleri 80
5.2.3.1 Şekil/ Girdiler- Çıktılar Kategorisi Analizleri 80
5.2.3.2 Amaç-Sonuç İlişkisi Analizleri 84
5.3 Last Planner Sistem Yaklaşımlarının Uygulanmasına Yönelik Uzman Panel Değerlendirmesi 90
5.3.1 Uzman Panel Değerlendirmesinin Amacı 90
5.3.2 Uzman Panel Değerlendirmesinin Bulguları 92

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER 101

KAYNAKLAR 110

EK-A

META ANALİZİ KAPSAMINDAKİ AKADEMİK ÇALIŞMALAR LİSTESİ 116

EK-B

LAST PLANNER SİSTEM ANKET FORMU 125

ÖZGEÇMİŞ 130

KISALTMA LİSTESİ

ASCE	American Society of Civil Engineers
BIM	Building Information Modelling
BWE	Bullwhip Effect
CC	Critical Chain
CDM	Collaborative Design Management
CPM	Critical Path Method
DSM	Design Structure Matrix
EVMS	Earned Value Management System
IGLC	International Group of Lean Construction
JIT	Just in Time
LBMS	Location Based Management System
LCI	Lean Construction Institute
LAP	Language Action Perspective
LPDS	Lean Project Delivery System
LPS	Last Planner System
PDCA	Plan Do Check Act
PERT	Project Evaluation and Review Technique
PPC	Percent Plan Complete
RFI	Request For Information
SNA	Social Network Analysis
TFV	Transformation Flow Value Theory
TPS	Toyota Production System
VDM	Virtual Design Management
VSM	Value Stream Mapping
WBS	Work Breakdown Structure
WWP	Weekly Work Plan

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 Toyota evi diyagramı 12
Şekil 2. 2 Üretim sürecinde israf türleri 13
Şekil 2. 3 Toyota Way'in 4 kategorisi 15
Şekil 2. 4 Yalın üretimin ilkeleri 16
Şekil 2. 5 Örnek bir değer akışı haritalama şeması 20
Şekil 3. 1 Üretim endüstrisi ve inşaat sektöründeki israf oranları 29
Şekil 3. 2 Yalın proje teslim sisteminin alt süreçleri 34
Şekil 4.1 LPS toplantılarında iş kalemlerinin görselleştirilmesi 41
Şekil 4.2 Last Planner sistem planlama aşamaları 48

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1. 1 LPS ile ilgili yapılmış önemli çalışmalara ait zaman çizelgesi..... 4
Çizelge 1. 2 Araştırmanın amacı ve yöntemi 7
Çizelge 3.1 Dönüşüm- akış- değer tipi üretim şeması 24
Çizelge 3.2 Yalın tasarım genel taslağı..... 35
Çizelge 4.1 İş kırılım yapısına ait şema örneği 42
Çizelge 4.2 Yapıma hazırlama çizelgesi örneği 45
Çizelge 4.3 Kısıtlama tutanağı örneği 46
Çizelge 4.4 Last Planner sistem planlama aşamaları..... 49
Çizelge 5.1 Metodoloji diyagramı..... 51
Çizelge 5.2 Meta analizi sınıflandırma çerçevesi..... 55
Çizelge 5.3 Yazar sayılarına göre sıralama..... 56
Çizelge 5.4 LPS konusunda en çok araştırma yapan yazarlar ve araştırma sayıları .. 57
Çizelge 5.5 LPS konulu araştırmaların ülkelere göre sıralaması 59
Çizelge 5.6 LPS konulu araştırmaların yıllara göre sıralaması 59
Çizelge 5.7 LPS konulu araştırmaların yayınlandıkları dergilere göre sıralaması 60
Çizelge 5.8 LPS konulu çalışmalara erişim sağlanan veritabanları sıralaması 61
Çizelge 5.9 LPS konulu araştırmalarda yer alan anahtar kelimeler sıralaması..... 62
Çizelge 5.10 LPS ile ilgili çalışmalarda yer alan konu dağılımları 64
Çizelge 5.11 LPS ile entegre kullanılan sistemler sıralaması 65
Çizelge 5.12 LPS kullanımının faydalarını inceleyen yazarlar ve çalışmaları 67
Çizelge 5.13 LPS kullanımının proje sürecine faydaları sıralaması 68
Çizelge 5.14 LPS kullanımının proje aktörleri arası sosyal ağlara etkilerini inceleyen yazarlar ve çalışmaları 70
Çizelge 5.15 Projelerdeki varyasyonların sebeplerini inceleyen çalışmalar 72
Çizelge 5.16 Proje verimliliğinde düşüşe neden olan etmenler sıralaması 73
Çizelge 5.17 LPS ile ilikilendirilen konularla ilgili çalışmalar ve yazarları..... 74
Çizelge 5.18 LPS ile ilişkilendirilen konular sıralaması..... 76
Çizelge 5.19 LPS süreciyle ilişkilendirilen proje aktörleri sıralaması 78
Çizelge 5.20 İnşaat sektöründe LPS'nin kullanıldığı proje türleri 79
Çizelge 5.21 Araştırmalarda kullanılan araştırma yöntemleri sıralaması..... 81
Çizelge 5.22 Araştırmalarda kullanılan analiz teknikleri sıralaması..... 82
Çizelge 5.23 Araştırmalarda kullanılan veri toplama yöntemleri sıralaması..... 83
Çizelge 5.24 Araştırmaların katkıları..... 84
Çizelge 5.25 LPS kullanımının önündeki engeller ve zorluklar ile ilgili yapılmış çalışmalar ve yazarları 85

Çizelge 5.26 LPS kullanımı önündeki engeller sıralaması 86
Çizelge 5.27 LPS ile ilgili akademik çalışmalardan elde edilen bulgular 87
Çizelge 5.28 LPS ile ilgili gelecek çalışma önerileri 90
Çizelge 5.29 Derinlemesine görüşmelerin katılımcıları 92
Çizelge 5.30 Katılımcılara göre projelerde gecikmelere neden olan etmenler 97
Çizelge 5.31 Katılımcılara göre LPS kullanımının en faydalı olabileceği konular 98
Çizelge 5.32 Katılımcılara göre LPS kullanımının önündeki engeller 98
Çizelge 6.1 Meta analizi ve uzman görüşleri bulgularının karşılaştırması 102

ÖZET

BİR YALIN İNŞAAT YÖNTEMİ OLARAK SON PLANLAYICI SİSTEM YAKLAŞIMLARINA YÖNELİK META ANALİZİ

Esra AYDIN

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr.Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ

İnşaat sektörü günümüz ekonomisini yönlendiren birincil sektörlerden biri olsa da üretim sürecinde kendi içinde birçok problemi barındırmaktadır. Zaman ve maliyet kayıpları, israflar, müşteri tarafından beklenen kalite ve değerin nihai üründe sağlanamaması bu problemlerden bazılarıdır. İnşaat projelerinin her birinin kendine özel ve tek oluşu, sektörün çok aktörlü yapısı ve dış etmenlere bağlı oluşu problemlerin altında yatan nedenlerden bazılarıdır. Bu bağlamda projelerin 'zaman, maliyet ve kalite' dengesinde iyi yönetilmesini sağlamak ve bu dengeyi sürekli kılmak, projelerin başarısındaki en önemli kıstaslardan biri olacaktır. Son yıllarda, seri üretime karşılık üretimde esnekliği esas alan 'yalın üretim' felsefesinin ortaya çıkışı ile birlikte, otomotiv ve tekstil gibi birçok sektör bu akımdan etkilenmiştir. İnşaat sektörü geç de olsa özellikle 1990'lı yıllardan sonra bu akıma ayak uydurmaya başlamış ve 'yalın inşaat' yaklaşımları ortaya çıkmıştır. Yalın inşaat kısaca, Toyota otomobil fabrikasında temelleri atılan 'yalın üretim' felsefesinin inşaat sektörüne uyarlanması olup; inşaat sürecindeki tüm israflardan arınmak, varyasyonların azaltılması ve müşteri tarafından beklenen kalitenin arttırılmasını esas almaktadır. Yalın inşaat yöntemlerinden biri olan ve Türkçe'ye 'Son Planlayıcı Sistem' olarak çevrilebilen 'Last Planner System' (LPS), yapım sürecinde üretimin kontrolünü sağlayarak; iş programlarının güvenilirliğini arttırmak, iş akışının sürekliliğini sağlamak ve yapım süreci aktörleri arası işbirliği ve koordinasyonu güçlendirmek gibi faydalar sağlamaktadır. Son yıllarda özellikle Amerika ve İngiltere gibi

gelişmiş ülkelerde, yalın inşaat ve Last Planner sistemi hem projelerde uygulamalı olarak sıkça kullanılmaya başlamış, hem de akademisyenler için ilgi çekici bir konu başlığı olup, araştırmalarda da sıkça yer almaya başlamıştır. Fakat Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, Last Planner sistemi konusunda farkındalık eksikliği olup, sistemin örneklerine gerek inşaat uygulamalarında, gerekse akademik çalışmalarda rastlanmamaktadır. Bu noktada, araştırmanın iki temel amacından ilki, dünyada Last Planner sistem ile ilgili yapılmış çalışmalar üzerinden yapılacak meta analizi ile konu hakkında Türkiye için teorik bir altyapı oluşturarak bu boşluğu doldurmaya çalışmaktır. Meta analizi kapsamında 98 adet bildiri ve makaleye ek olarak konuyla ilgili yazılmış tezler incelenmiş ve meta analizi çerçevesindeki kategoriler üzerinden birtakım bulgular elde edilmiştir. Araştırmanın ikinci amacı ise, Türk inşaat sektöründen farklı kademelerdeki 10 uzman ile yapılan uzman panel değerlendirmesi yardımıyla, Türk inşaat sektörü için 'yalın yaklaşımlar ve Last Planner sistem' konusunda uzman algılarının değerlendirilmesi ve sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliğinin irdelenmesidir. Araştırmanın sonuç bölümünde meta analizinden elde edilen bulgular ile uzman panel değerlendirmelerinden elde edilen bulgular karşılaştırılarak bir değerlendirmeye varılmıştır. Bu çalışma ile Türk inşaat sektörü için yalın yaklaşımlar ve LPS yöntemi kullanımı konusunda bir farkındalık yaratmak ve gelecek çalışmalar için de bir başlangıç noktası oluşturmak hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yalın inşaat, Last Planner sistemi, inşaat sektörü, meta analizi

ABSTRACT

A META ANALYSIS OF LAST PLANNER SYSTEM APPROACHES AS A LEAN CONSTRUCTION TOOL

Esra AYDIN

Department of Architecture

MSc. Thesis

Adviser: Assist. Prof. Dr. Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ

Construction industry is one of the economy leading sectors in today's world. However, sector contains lots of problems in itself. Some of these problems are time and budget loss, construction wastes, decreasing quality and value in final products and etc. Multi actor and external dependent nature of the industry and uniqueness of every different project are some of the factors causing these problems. In this context, creating balance at 'time, budget and quality' factors and making it consistent is one of the most important criterias to make a project successfull. Nowadays, with the impact of 'lean production' in response to mass production, many sectors like automative and textile have been effected by lean approaches. In construction industry, lean approaches in sector and 'lean construction' subject has come to face after 1990's. Lean construction is application of Toyota's lean production principles to construction, by eliminating all kind of waste, reducing variability in projects and increasing quality for customer satisfaction. 'Last Planner System' (LPS) as a lean construction tool, helps to increase reliability of work plans, improve workflow and improve the coordination and collaboration between construction industry actors by controlling the productivitiy in construction process. Recently, 'last planner' applications in construction industry and researches in academies have increased significantly in developed countries like the United States and the United Kingdom. However, in developing countries like Turkey, there is lack of awareness about these subjects and the examples of LPS can not be seen

both theoretically and practically. At this point, one of the aims of this study is to fill this gap with a meta-analysis study to prepare a theoretic base of development process of Last Planner system approaches as a lean construction tool. In the content of meta analysis study, 98 papers including articles and conference papers and thesis written about the subjects are analysed and some findings according to meta analysis frame are derived. The other aim of this thesis is to discuss the availability of LPS technique in Turkish construction industry and the perception of Turkish construction industry actors about the subject with an expert panel evaluation tecnique with 10 experts from Turkish construction industry. In the conclusion part, the results of meta analysis study and expert panel evaluation are compared and discussed. This study may be a starting point for creating a sense of lean and LPS usage in Turkish construction industry also.

Keywords: Lean construction, Last Planner system, construction industry, meta analysis

BÖLÜM 1

GİRİŞ

1.1 Literatür Özeti

Yalın düşünce; değeri tanımlama, değer yaratan eylemleri en iyi sonucu verecek sıraya koyma, talep edildiğinde bu faaliyetleri kesintisiz olarak uygulayabilme ve bu faaliyetleri giderek daha etkili yapacak hale getirme esasına dayanmaktadır. Bu anlamda yalın düşüncenin; daha az işgücü, daha az ekipman, daha az zaman, daha az bütçe ve daha az alan ile daha fazla üretim yapma imkanı sağladığını söylemek mümkündür [1].

Yalın üretim ise, yapısında hiçbir gereksiz unsur taşımayan bir sürecin planlandığı, işgücünün ve üretim alanının gereksiz kullanımının engellendiği, stok, hata, maliye, fire gibi unsurların en aza indirgendiği ideal bir üretim sistemini tanımlamaktadır [2]. İlk olarak otomotiv sektöründe geliştirilen yalın üretim yaklaşımları, daha sonra tekstil, sağlık, imalat, mühendislik gibi sektörlerde de kullanılmaya başlanmıştır.

İnşaat sektöründe yalın üretim yaklaşımlarının uygulanmaya başlaması, diğer sektörlerle kıyaslandığında oldukça yeni bir olgudur. İnşaat sektöründe yalın üretim yaklaşımları, 'yalın inşaat' kavramı olarak adlandırılmış ve bu konuda ancak 1990'lı yıllardan sonra, Amerika ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde akademik çalışmalar yürütülmeye ve sektörde çeşitli uygulamalar yapılmaya başlamıştır.

Bu tezin konusunu oluşturan ve Türkçe'ye 'Son Planlayıcı Sistem' olarak çevrilebilen 'Last Planner Sistemi', dünyada örneklerini gördüğümüz yalın inşaat üretim kontrol yöntemlerinden biridir. Tez çalışmasının kapsamı ve yöntemi doğrultusunda önce yalın üretim, sonra yalın inşaat ve daha sonra Last Planner Sistemi üzerine araştırmalar yapılmıştır.

Yalın Üretim felsefesi, ilk olarak Toyota Otomotiv Fabrikası'nda Japon mühendis Taiichi Ohno ve fabrikanın kurucusu Kiichiro Toyodo tarafından geliştirilmiştir. Bu bağlamda Taiichi Ohno'nun "Toyoda Ruhu" [3] ve Womack Jones'un "Yalın Düşünce" (1996) kitapları önemli kaynaklar arasındadır.

İnşaat sektöründe yalınlık kavramı ilk kez, Uluslararası Yalın İnşaat Grubu'nun (International Group of Lean Constrution-IGLC) da kurucusu olan Lauri Koskela tarafından gündeme getirilmiştir. Lauri Koskela, ''Application of New Production Philosophy to Construction'' [4] ve ''An Exploration Towards A Production Theory and Its Application to Construction'' [5] adlı çalışmalarında yalın üretim prensiplerinin inşaat sektörüne uyarlanmasına yönelik bir model geliştirmiştir.

Yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner sistemi, genel olarak bir üretim kontrolü modeli olup, inşaat sürecindeki tüm aktörlerin sürece aktif katılımı ile iş programlarının maksimum detayda hazırlanmasını ve yapılacak iş kalemleri önündeki engellerin ortadan kaldırılarak, bu kalemlerin yapılmaya hazır hale getirilmesini esas almaktadır. Bu sayede, iş planlarının güvenilirliğinin sağlanması, üretim kalitesi ve verimliliğin arttırılması hedeflenmektedir.

Akademide Last Planner Sistemi (LPS) üzerine yazılmış araştırma sayısı az olmakla birlikte, bu çalışmaların çoğunun Amerika'da yapıldığı görülmektedir. Konuyla ilgili ilk çalışmalar, Gregory A. Howell ve Glenn Ballard tarafından yapılmıştır. Glenn Ballard'ın ''The Last Planner System of Production Control'' [6] adlı doktora tezi ve Ballard ve Howell'in ''An Update On Last Planner System'' [7] adlı çalışması konuyla ilgili önemli kaynaklar arasında yer almaktadır. LPS üzerine yapılmış çalışmaların büyük çoğunluğunu, vaka analizi yönteminden yararlanılarak geliştirilmiş makaleler ve bildiriler oluşturmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında, daha çok ASCE veritabanı ve IGLC web sayfası üzerinden erişilen bu makale ve bildiriler irdelenmiştir.

LPS konusu ilk defa 1993 yılında, o dönemde profesyonel hayatta ürün geliştirme yöneticisi olarak görev yapan Glenn Ballard ve Gregory Howell'in çalışmalarında ortaya koyulmuştur. Çizelge 1.1 Last Planner sistemiyle ilgili yapılmış önemli çalışmalara ait zaman çizelgesini göstermektedir [8]. Çizelgeye göre, Uluslararası Yalın İnşaat Grubu tarafından Finlandiya'da 1993 yılında düzenlenen ''Uluslararası Yalın İnşaat Grubu''

(IGLC) konferansı, ‘’Last Planner’’ yönteminin ilk defa gündeme geldiği konferanstır. Bu konferansın ardından 1994 yılındaki bir konferansta Ballard ve Howell tarafından LPS uygulamaları hakkında bir bildiri yayınlanmıştır [9]. 1995-1996 yıllarında, LPS’nin kimya tesisi ve arıtımevi gibi daha büyük ölçekli projelerde kullanımı üzerine araştırma projeleri yapılmıştır. Ballard ve Tommelein’in 1997 yılındaki çalışmalarında, LPS yönteminin en önemli planlama kısımlarından biri olan ve ‘Look Ahead plan’ olarak karşımıza çıkan ‘İleriye yönelik planlama’ ve bu planlamanın projenin verimliliği üzerine etkisi üzerinde durulmuştur [10].

2000 yılında Ballard, LPS üzerine yazdığı doktora tezini tamamlamış [6] ve LPS yöntemini süreç planlaması (phase planning) ile birlikte ele aldığı çalışmalar yapmıştır. 2001-2007 arası süreçte, LPS yöntemi farklı akademisyenlerin de dikkatini çekmeye başlamıştır. Liu ve Ballard’ın 2008 yılındaki çalışmasının [11] LPS ile proje verimliliği, Ballard ve diğerlerinin 2009 yılındaki çalışmasının [12] LPS ile üretim kontrolü prensipleri, Macomber ve Howell’in 2003 yılındaki çalışmasının [13] ise LPS ve Eylem Dili Perspektifi (Language Action Perspective) arasındaki bağlantılar üzerine odaklandığı görülmektedir.

2009-2013 yılları arasında LPS, Yapı Bilgi Modellemesi (BIM / Building Information Modelling) sistemleri ile birlikte ele alınmaya başlanmıştır [14]. Ayrıca, Seppanen ve diğerlerinin ‘LPS ve Konum Tabanlı Yönetim Sistemi’nin karşılaştırmasını yaptığı çalışma [15], Hamzeh ve diğerlerinin 2011 yılında ’ileriye yönelik planlama’ çerçevesini ele aldığı çalışma [16], Frendson ve diğerlerinin takt zamanı planlamasını irdelediği çalışma [17], Ghafari’nin 2014 yılında LPS ve görsel yönetim modelleri üzerine yaptığı çalışmalar [18], Last Planner Sistemi’nin gelişimine katkı sağlayan çalışmalar olarak nitelendirilebilir. Görüldüğü üzere, LPS yöntemi, inşaat sektöründeki birçok planlama ve yönetim modelleri ile karşılaştırılmaya ve ilişkilendirilmeye çalışılarak, araştırılmaya devam etmektedir.

Çizelge 1.1 Last Planner sistemi ile ilgili yapılmış önemli çalışmalara ait zaman çizelgesi [8]

1990'lar	•Endüstriyel inşaat projelerinde, Ballard ve Howell tarafından yapılan danışmanlık ve araştırma işleri (Ballard, 1993; Ballard ve Howell, 1998)
1992	•Koskela'nın çalışmalarından sonra 'Yalın inşaat' teriminin 'Uluslararası Yalın İnşaat Grubu' tarafından ortaya atılması (Koskela, 1993; Ballard, 1993) •Ballard ve Howell tarafından inşaat sektöründe 'üretim yönetimi' sistemleri ile ilgili ilk çalışmalar
1993-1994	•1993- IGLC'nin kurulması ve Finlandiya'da ilk 'IGLC' konferansı •'Last Planner' teriminin ilk söylemi •Ballard ve Howell tarafında LPS ile ilgili ilk veri toplama ve uygulama çalışmaları (Ballard, 1993; Ballard ve Howell, 1994)
1995-1996	•Büyük çaplı projelerde, LPS kullanımı ile ilgili araştırmalar •Venezuella'da bir petrol rafineri projesinde LPS'in tam olarak uygulanması •Kimyasal tesis projelerinde 'üretim kontrol sistemleri'nin ölçümü
1997	•İleriye yönelik planlar ile ilgili detayların belirlenmesi •İleriye yönelik planlar ile 'Yapıma hazırlama' (make ready) sürecinin bağlantısının kurulması •İleriye yönelik planların 'PPC' (Percent Plan Complete) üzerine etkisini ölçen vaka analizi çalışmaları (Ballard, 1997)
2000-2003	•Ballard'ın LPS ile ilgili doktora tezini tamamlaması (Ballard, 2000) • Aşama programları ve işbirlikçi programların LPS bünyesine katılması (Ballard ve Howell, 2003)
2001-2007	•LPS teorileri ve LPS ile ilgili diğer gelişmeler •LPS çalışma kitabı (Ballard ve diğerleri, 2007) •LPS ve verimlilik (Liu ve Ballard, 2008) •Üretim kontrol prensipleri (Ballard ve diğerleri, 2009)
2009-2013	•LPS'in diğer sistemlerle birleştirilmesi •LPS ve BIM entegrasyonu (Sacks ve diğ,2009; Bhatle ve Leite,2012) •LPS ve Konum Tabanlı Yönetim sistemi (Seppanen ve diğerleri,2010)
2013-2018	•LPS'in alanındaki diğer gelişmeler, LPS karşılaştırmaları •LPS ve Takt zamanı planlaması (Frandson ve diğ.,2014) •LPS ve görsel yönetim (Ghafari,2014)

Türkiye'de yalın inşaat veya LPS konuları ile ilgili yapılan araştırmalar oldukça sınırlıdır. LPS üzerine yazılmış çalışma bulunmamakla birlikte, yalın inşaat konusu üzerine yazılmış bazı çalışmalar bu tez kapsamında kaynak olarak kullanılmıştır. Bu çalışmalardan biri Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Bülent Algan TEZEL tarafından yazılmış, ''A Statistical Approach to Lean Construction Implementations of Construction Companies in Turkey'' isimli tezdir [19] . Bu tez kapsamında yapılan analizler sonucu, Türk inşaat firmalarının uygulamaları, yalın inşaat perspektifi açısından değerlendirilmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı'nda Alper Tokat tarafından 2015 yılında yapılan ''Türk Yapım Şantiyelerindeki İsrafların ve Nedenlerinin Tespit Edilmesi ve Yalın İnşaat Yöntemleriyle Çözüm Önerisi Geliştirilmesi'' isimli tezde, Yalın Üretim ve Yalın İnşaat konularına yönelik bir literatür taraması yapılarak, yapım şantiyelerindeki israf türleri belirlenmiş ve bu israfların asıl sebepleri irdelenmiştir [20]. Tez kapsamında yapım şantiyelerindeki profesyoneller ile yapılan görüşmelerden elde edilen veriler doğrultusunda israfın giderilmesi için uygulanabilecek yalın inşaat uygulamaları üzerinde durulmuştur.

Ortadoğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Hacı Hüseyin EROL tarafından 2014 yılında yazılan ''Identifying the Effects of Lean Construction Principles on Variability of Project Duration'' adlı tezde ise yalın inşaat prensiplerinin proje sürecinin değişkenliği üzerine etkileri incelenmiştir [21]. Söz konusu çalışmada yalın inşaat kavramı detaylı bir şekilde incelenmiş, ardından vaka analizi yöntemiyle bir projenin yalın ve yalın olmayan senaryolarını karşılaştırmak üzere bir model geliştirilmiştir. Araştırma bulguları, yalın inşaat yöntemlerinin, hem toplam süreyi hem de toplam sürenin değişkenliğini azaltması sayesinde projenin performansını arttırdığını göstermektedir.

Tez kapsamında kaynak olarak kullanılan bir diğer çalışma, Beykent Üniversitesi Tasarım ve Yapım Yönetimi Anabilim Dalı'nda Harun Emirhan EKŞİ tarafından 2015 yılında yapılan ''İnşaat Sektöründe Yalın Üretim Perspektifinden Kayıp Algılarının Değerlendirilmesi'' adlı tezdir [22]. Bu çalışmada, farklı inşaat projelerinin yöneticileriyle yapılan anketler aracılığı ile kayıplara neden olan faktörlerin önem sıraları yalın inşaat prensipleri bağlamında değerlendirilmiştir.

Görüldüğü üzere Türkiye'de konuyla ilgili yapılmış sınırlı sayıdaki çalışma sadece 'yalın inşaat' alanında belli konular üzerinde durmaktadır. Last Planner sistemi ile ilgili herhangi bir akademik çalışma olmayışı ve sisteme yönelik uygulamaların Türk inşaat endüstrisinde görülmeyişi bu tezin çıkış noktasını oluşturmaktadır.

1.2 Tezin Amacı

Yalın inşaat yaklaşımı ve Last Planner Sistem uygulamaları, Amerika ve İngiltere gibi gelişmiş ülkelerde, hem akademik çalışmalarda hem de inşaat sektöründeki uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaya başlamış ve birçok projede bu yaklaşımların kullanımı sayesinde zaman, maliyet ve proje verimliliği konusunda kazanımlar olduğu görülmüştür. Özellikle çok aktörlü ve dış etmenlere bağlı, her biri kendine özgü inşaat projelerinde, aktörler arası iş ve kaynak akışı, planlama ve üretim kontrolünün etkin kılınmasını sağlayan Last Planner sistem gibi araçlar, Türk inşaat sektörü açısından da fayda sağlayabilecek potansiyeldedir. Ancak tüm bu olumlu katkılarına rağmen Türkiye'de henüz inşaat sektöründe yalın yaklaşım bilinci oluşmamış olup, bu konuda sınırlı sayıda akademik çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalar da genellikle yapım şantiyelerindeki israfların önlenmesinde yalın inşaat yöntemlerinin etkinliğini sorgulamaktadır. Last Planner sistemi ise ülkemizdeki ne mesleki uygulamalarda kullanılmakta ne de akademik çalışmalarda tartışılmaktadır. Last Planner sistemin, dünya genelinde yalın inşaat üretim kontrol yöntemlerinden biri olarak benimsenmesine ve yapım projelerinde yaygın bir biçimde kullanılmaya başlamasına karşın, Türkiye'de bu konuda farkındalık düzeyinin çok düşük olması bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur.

Bu bağlamda çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır. İlki; yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner sistemi konusunda dünya genelinde yapılan akademik çalışmalar üzerinden LPS uygulamalarının irdelenmesi ile sistemin inşaat sektöründeki kullanım alanları, sektöre katkıları ve kullanımı önündeki engeller gibi konularda derinlemesine bir araştırma yapmaktır. İkincisi ise, bu araştırmadan elde edilen verileri kullanarak, hazırlanan anket soruları yardımıyla inşaat sektöründe çalışan uzmanların görüşlerini alarak, yalın inşaat üretim kontrol yöntemlerinden biri olan LPS'nin Türk inşaat

sektöründe kullanılabilirliğini ve uzmanların bu konu hakkındaki algılarını sorgulamak ve sistemin uygulanmasına yönelik bir yol haritası oluşturmaktır.

Bu bağlamda araştırma kapsamında, uzmanlarla yapılacak derinlemesine görüşmelere de altlık oluşturabilecek bazı araştırma soruları çıkarılmıştır. Bu araştırma soruları şu şekildedir:

1- Last Planner sistem uygulamaları gerçekten iş programlarının güvenilirliğini ve üretim verimliliğini arttırmakta mıdır?

2- Last Planner sistem kullanımının yapım süreci uygulamalarındaki katkıları nelerdir?

3- Last Planner sistem kullanımı, proje aktörleri arası ilişkilere nasıl etki etmektedir?

4- Last Planner sistem kullanımının zorlukları ve kullanımı önündeki engeller nelerdir ve bu engeller Türk inşaat sektörü için de geçerli sayılabilir mi?

Araştırmanın yukarda bahsedilen amaçlarına ulaşması ve araştırma sorularına cevap aranması için üç aşamalı bir yöntem izlenmiştir. İzlenen bu üç aşamalı yöntem diyagramı Çizelge 1.2' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.2 Araştırmanın amacı ve yöntemi

	Amaçlar	**Yöntem**
1.Aşama	LPS ile ilgili dünya genelinde yapılan çalışmalarla ilgili verilerin toplanması	Literatür araştırması
2.Aşama	Toplanan verilerden anlamlı bulgular çıkarılması adına; sistemin kullanım alanları, faydaları, odak noktaları, kullanımı önündeki engeller gibi konuların irdelenmesi	Meta analizi
3.Aşama	Sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliği üzerine algının değerlendirilmesi ve Türk inşaat sektöründe yalınlık ve LPS üzerine farkındalık yaratılması	Uzmanlar panel görüşmeleri

Çizelge de görüldüğü üzere araştırmanın amaçlarına ulaşabilmesi için; önce LPS yöntemi ile ilgili bir literatür araştırması yapılmış, ardından ulaşılan kaynaklar belli bir kapsam ve çerçeve doğrultusunda meta analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Araştırma yönteminin bir sonraki aşaması ise meta analizi bulguları yardımıyla hazırlanan sorular üzerinden Türk inşaat sektörü uzmanları ile yapılan uzman panel değerlendirmeleridir. Bu

değerlendirmeler ile Türk inşaat sektörü uzmanlarının konuyla ilgili algıları değerlendirilmiş ve sonuç bölümünde meta analizi bulguları ile uzman panel değerlendirmelerinin bulguları karşılaştırılarak sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliği tartışılmıştır.

1.3 Orjinal Katkı

Yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner sistem, inşaat aşamasında üretim sürecinin denetimini ve kontrolünü sağlamaktadır. Proje aktörleri, yüklenici ve alt yükleniciler arası bilgi ve kaynak paylaşımı, iş programlarının güvenilirliği, inşaat faaliyetlerindeki üretimin verimliliği, iş akışının önündeki engellerin belirlenmesi ve ortadan kaldırılması ve iş akışının sürekliliğinin sağlanması Last Planner sistem yönteminin kapsamındadır. İnşaat sektöründe yalınlık yaklaşımlarının ve LPS gibi yöntemlerin bu katkılarına rağmen, Türk inşaat sektöründe bu yöntem ve yaklaşımlar ile ilgili bir farkındalık olmayışı bu tezin çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu bağlamda tez, LPS konusuyla ilgili yapılacak meta analizi ve ardından meta analizi verileri doğrultusunda Türk inşaat sektörü uzmanları ile yapılacak derinlemesine görüşmeler yardımıyla, Türk inşaat sektöründe yalınlık bilinci ve LPS gibi araçların kullanımı konusunda farkındalık yaratmak konusunda katkı sağlayacaktır. Ayrıca bu tez yardımıyla, LPS konusuyla ilgili gelecekte yapılacak akademik çalışmalar için de bir altlık oluşturmak hedeflenmektedir.

BÖLÜM 2

YALIN ÜRETİM FELSEFESİ

Endüstri Devrimi sonrası üretimde makineleşme ve seri üretim faaliyetlerinde verimliliği arttırma arayışları ilk defa Frederick W. Taylor tarafından ortaya atılmıştır [23]. Taylor, 'Bilimsel Yönetim Prensipleri' isimli makalesinde, üretim sürecindeki verimsizlikleri saptamış ve endüstriyel verimliliği arttırmaya yönelik öneriler geliştirmiştir [24]. Taylor tarafından geliştirilen ve literatürde 'Taylorizm' olarak adlandırılan bu yaklaşımda, işçiyi daha verimli çalıştırmak için süreci iyi planlamanın ve yönetmenin çok önemli olduğu ileri sürülmektedir. Taylorizm, işçinin yapacağı işi en küçük detaylarına kadar bölümlere ayırmanın ve bir işçinin bir işi hangi sürede yapacağını baştan belirlemenin verimliliği arttıracağını iddia etmektedir. Bu yaklaşım, işçinin bir makine gibi çalışmasını öngörmektedir. Taylor'a göre bir sorunun çözülmesi için her zaman 'tek bir iyi yol' (one best way) bulunmaktadır. Taylor'un bilimsel yönetim ilkeleri veya Taylorizm olarak isimlendirebileceğimiz bu yaklaşımının ana prensipleri şu şekildedir:

- Üretim sürecindeki her bir görev için en iyi sonucu verecek senaryoyu bulabilmek için bilimsel bir çalışma yürütülmelidir.
- Her iş için, o işe en uygun personelin seçilmesi önemlidir.
- İşçinin, yapacağı iş konusunda eğitilmesi gereklidir.
- Teşvik edici ücret sistemleri geliştirilmelidir. Farklı işler için farklı ücret uygulaması yapılırken, belli standartları aşan işçiler, ücret farkı ile teşvik edilmelidir.

- İş ve sorumluluk, ekipler arasında paylaştırılmalıdır. İş planlama sorumluluğu yöneticilere verilirken, işin talimatlara uygun şekilde yapılma sorumluluğu işçilerde olmalıdır [19].

Taylor, uzun süren gözlemleri sonucu, işçi ve işyerinden kaynaklanan israfların giderilmesi ve verimliliğin arttırılması yönünde bazı bilimsel yöntemler geliştirmiştir. Bu yöntemler aşağıdaki gibidir:

- İş örgütlenmesinde tüm sorumluluk yöneticide olmalıdır. İşçinin bireysel yetenek ve zanaatı ön plana çıkarılmamalı, işin tasarım ve planlamasına yöneticiler karar vermelidir. Böylece vasıflı işçiye gerek kalmayacaktır.
- Taylor, işçinin verimli çalışmasını teşvik etmek için standartlara dayalı ve iki kademeli, farklılaştırılmış ücret sistemini geliştirmiştir. Bunun için de her işin en iyi yapılma şekli ve süreleri belirlenmiştir.

Özetle Taylor standartlaşma, verimlilik artışı ve emeğin bölünmesiyle işgücünde etkinliğin artacağını savunmaktadır.

Endüstriyel verimliliği arttırmaya yönelik önemli yaklaşımlardan bir diğeri de Henry Ford tarafından geliştirilen ve literatürde 'Fordizm' adıyla anılan yaklaşımdır. Fordizm Taylorizm'in destekleyicisi niteliğinde olup, işçiyi bireysel yeteneklerinden ayırıp vasıfsızlaştıran bir dizi mekanik adımlar bütünüdür. Henry Ford, Taylorizm'e ek olarak parçalara ayrılan işin yapılış sırasına göre montaj hattına dizilimini esas alan ve ilk olarak otomotiv sektöründe karşılaşılan 'üretim bandı' modelini geliştirmiş ve bu üretim modeli 'fordist üretim' olarak adlandırılmıştır [20]. Yürüyen bant sisteminin kullanılması ile üretimde otomasyona geçilmiş, maliyetler düşürülmüş, işçi ücretleri yükselmiş ve üretim miktarları büyük oranda artmıştır.

İkinci Dünya Savaşı'nın sonlarından itibaren piyasalardaki istikrarın bozulması ile birlikte üretim ve tüketim arası denge bozulmaya başlamış, işgücündeki verimlilik artışı azalmaya başlamıştır. Aynı zamanda bu tarihlerde Japonya'nın Amerika'ya rakip bir ekonomik güç olarak öne çıkışı, fordist üretim anlayışını çıkmaza sokmaya başlamıştır. Bu tarihlerden itibaren yönetimde esnekliği esas alan yeni üretim biçimleri gündeme gelmeye başlamıştır. 1950'li yıllardan itibaren Japonya'da William E. Deming, Joseph

Juran, Armand V. Feigenbaum gibi bilim adamlarının etkisiyle verimliliği arttırmak adına üretim ve yönetimde kalite olgusu geliştirilmiş ve bu olgu tüm dünyaya yayılmaya başlamıştır. Üretimde kalite olgusu, mühendis ve yöneticileri, yeni üretim sistemleri geliştirme konusunda harekete geçirmiştir.

1950'li yıllarda Japonya'da Toyota motor şirketinde çalışmakta olan mühendis Taiichi Ohno, Toyota Production System (TPS) ile üretim faaliyetlerine yeni bir bakış açısı getirmiştir. Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda ve Shigeo Shingo ile birlikte, Fordist akımın eksiklerini tespit edip, 'yalın üretim' olarak da adlandırabileceğimiz, "Toyota Üretim Sistemi''ni geliştirmişlerdir. Toyota üretim sistemi stoksuz, küçük ölçekte üretimlere, kurulum zamanlarını kısaltmaya ve tedarikçilerle işbirliğine dayanmakta bu sayede üretimde kaliteyi arttırmayı hedeflemektedir [4].

Yalın üretim felsefesi, daha sonra tüm sektörlere uyarlanabilecek 'yalın düşünce', yalın yönetim', 'yalın inşaat', 'yalın felsefe' gibi kavramları da beraberinde getirmiştir. Bu yeni üretim felsefesi 'birinci *sınıf üretim, yeni üretim sistemi'* gibi farklı isimlerle adlandırılmıştır. Bu felsefe zaman içerisinde Amerika ve Avrupa'da bazı büyük şirketlerde kullanılmaya başlanmıştır. Yalın üretimin amaçları özetle şöyle sıralanabilir:

- Müşterinin talep ettiği ürünleri fonksiyon, kalite ve fiyat açısından,
- Müşterinin talep ettiği zamanda,
- Daha az kaynak harcayarak,
- Müşteri için değer teşkil eden faaliyetlere odaklanarak üretebilmek [25].

Womack'a göre yalın kültürün en önemli özelliği; ürüne asıl değeri katan işçilere büyük oranda sorumluluk ve görev verilmesi ve hatalı üretimlerin asıl sebeplerinin yerinde ve zamanında tespiti için gerekli önlemlerin alınmasıdır [26].

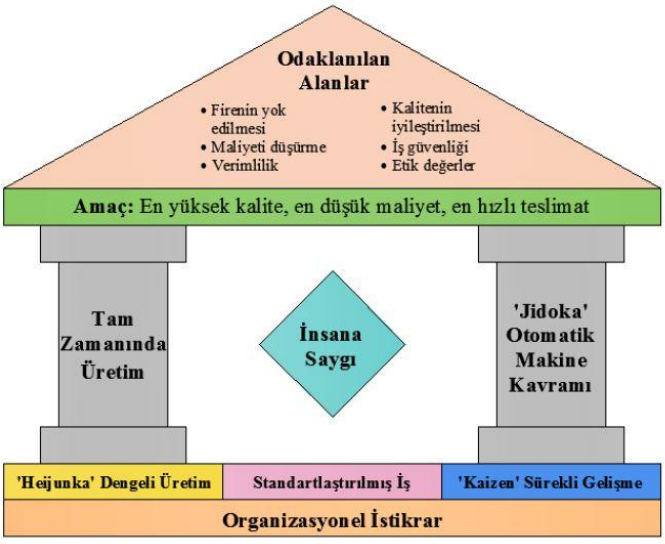
Toyota üretim sistemi 'tam zamanında üretim' (just in time –JIT) ve 'otonomasyon' (jidoka) olmak üzere iki ana taşıyıcıya dayanmaktadır.

Tam zamanında üretim; talep edilen ürünün, talep edildiği zaman ve talep edildiği miktarda, stoklamaya gerek olmaksızın üretimini ifade etmektedir. Bu sayede seri üretimin tipik sorunlarından biri olan yüksek stoklama maliyetini düşürmeyi hedeflemekte ve ürüne katma değer ekleyerek fabrikanın gelirini arttırmaktadır [3].

Otonomasyon veya oto-aktivasyon ise, herhangi bir hatalı üretimin meydana gelmesi durumunda, makine ve operatörlere hatalı durumun tespiti ve işin durdurulması imkânının sağlanmasıdır. Kısaca, hatanın veya problemin tespit edilmesinin ve kontrolünün teminatının verilmesidir. Bu şekilde hatalı bir parçanın bir sonraki üretim adımına geçmesini engellemekte ve yerinde kalite sağlanmaktadır.

Fordist üretim modelinde, herhangi bir hata tespit edilse bile üretim bandının durdurulması mümkün olmamaktadır. Buna karşın Toyota üretim sistemi, hata fark edildiğinde üretim bandının durdurulmasına ve hataya müdahale edilmesine imkân tanımaktadır. Bu şekilde hata kaynağında ve zamanında çözülebilmektedir [3].

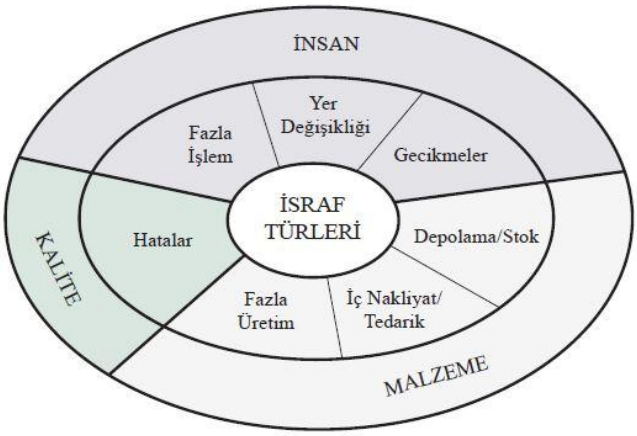
Ohno, Toyota üretim sistemini 'Toyota evi' diyagramıyla açıklamıştır (Şekil 2.1). Bu diyagrama göre Toyota üretim sisteminin çatısını oluşturan etmenler 'yüksek kalite, düşük maliyetler ve kısa teslim süreleri' dir. Bunların gerçekleşmesi için de zaman ve aktivite israflarının süreçten arındırılması gerekmektedir. Toyota üretim sisteminin güvenilirliği, evin iki ana taşıyıcı sütunu olan tam zamanında üretim ve otonomasyon sistemlerinin güvenilirliği ile doğru orantılıdır.



Şekil 2.1 Toyota evi diyagramı [21]

Toyota üretim sisteminin ana amaçlarından biri israfların giderilmesidir. İsraf, kaynak tüketen fakat değer üretmeyen her şeyi ifade etmektedir [1]. İsrafın bir başka tanımlaması da ''*ortadan kaldırıldığında müşteri değerinin düşmesine sebep olmayan herhangi bir kaynak, kural veya aktivitenin varlığıdır*'' [27]. Ohno, Japonca'da israf anlamına gelen 7 önemli 'muda' yı; fazla üretim (over production), işgücünün gereksiz

yer değişimi (moving), malzeme ve ekipmanın gereksiz nakliyatı (transportation), fazla işlem (over processing), stoklar (inventory) , kişiler, sistemler ve ekipmanlar için bekleme süreleri, gecikmeler (waiting) ve hatalı ürünler (defects) olarak sıralamıştır [3]. Bu 7 israftan; fazla işlem, yer değişikliği ve gecikmeler insan faktörüne bağlı israflar olarak nitelendirilebilir. Depolama, nakliyat ve fazla üretim malzemeye dayalı israflar; hatalı üretim ise kalite ögesine bağlı israf olarak nitelendirilebilir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Üretim sürecinde israf türleri

Toyota üretim sisteminin, ticari işletmelerde yönetim prensibi olarak uygulanması Liker'in 2004 yılında yazdığı ''Toyota Way'' kitabıyla gündeme gelmiştir [28]. Liker, bu çalışmasında, Toyota üretim sistemi prensiplerini ancak yüzeysel olarak uygulayabilen şirketlerin, bu prensipleri tam ve doğru bir şekilde uygulayabilmesi, şirketlerin öğrenen ve sürekli gelişen kurumlar olarak kalabilmesi için 14 yönetim prensibi geliştirmiştir [28]. Bu 14 yönetim prensibi, 4 ana başlık altında toplanmıştır. Bu başlıklar; Felsefe (Philosophy), Süreç (Process), Kişi ve Ortaklar (People &Partners) ve Problem Çözme (Problem Solving) olarak tanımlanmıştır (Şekil 2.3).

Felsefe: Toyota yönteminin en önemli prensibi, uzun vadeli planlardır ve şirket yönetiminin odak noktası müşteri tarafından talep edilen değerin üretilmesidir. Şirketler ancak bu şekilde değişimlere ayak uydurabilen, sürekli gelişen ve öğrenen mekanizmalar olarak ayakta kalabilecektir. Liker, 'Felsefe' başlığı altında 1 yönetim prensibi tanımlamıştır:

- Prensip 1: Bütçeler yakın dönem finansal hedefleri gerçekleştirebilecek büyüklükte olsa da, hedefler uzun vadeli olmalıdır.

Süreç: Bir kurum için üretim süreçlerinin doğru planlanması ve akışın doğru bir şekilde kontrol edilmesi, yönetim tarafından istenen hedeflere ulaşmayı sağlayacak en önemli unsurlardır. Liker, süreç başlığı altında 7 prensip tanımlamıştır:

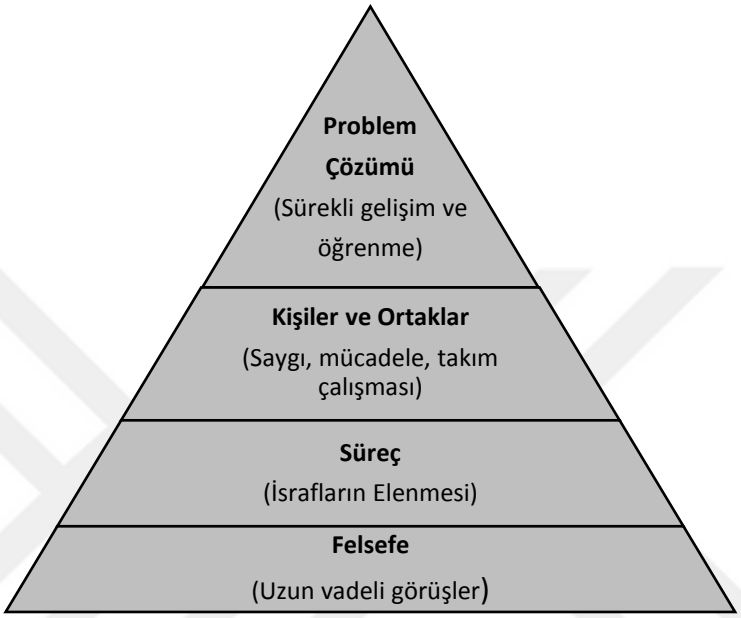
- Prensip 2: Süreçte meydana gelebilecek problemlerin öngörülebilmesi için, süreç akışının sürekliliği sağlanmalıdır.
- Prensip 3: Fazla üretimden kaçınmak için, üretimde çekme sistemleri (pull systems) kullanılmalıdır.
- Prensip 4: İşgücü bölümlere ayrılmalıdır (Heijunka).
- Prensip 5: Hatalı üretimlerde sorunun kaynağının yerinde tespit edildiği, hızlı müdahale edildiği ve kalitenin sağlandığı bir iş kültürü geliştirilmelidir (Jidoka).
- Prensip 6: İşçinin yetkisinin arttırılması ve sürekli gelişimin sağlanması için işler standartlaştırılmalıdır.
- Prensip 7: Gizli kalmış problemlerin ortaya çıkması için görsel kontrol sağlanmalıdır.
- Prensip 8: İşgücü ve süreç için yalnızca test edilmiş ve güvenilir teknolojilerin kullanılması gereklidir.

Kişi ve Ortaklar: Liker'e göre, bir şirketin sürekli gelişimi aynı zamanda alt kademeden üst kademeye kadar tüm personelin gelişimi ve güçlendirilmesi ile sağlanabilir. Liker, kişi ve ortaklar başlığı altında 3 prensip tanımlamıştır:

- Prensip 9: Şirket kültürünü üstlenebilecek, işini iyi bilen ve diğer personele öğretebilecek grup liderleri seçilmelidir.
- Prensip 10: Şirket kültürünü üstlenebilecek dış ortaklar ve takımlar oluşturulmalıdır.
- Prensip 11: Genişletilmiş ortaklar ve tedarikçiler ağına saygı duyulmalı ve gelişimleri sağlanmalıdır.

Problem Çözme: Şirketlerin sürekli gelişimi, hataların ana sebeplerinin yerinde ve zamanında tespit edilmesi ve bu hataların tekrarlanmaması için gerekli önlemlerin alınması ile sağlanabilir. Liker, problem çözme başlığı altında 3 prensip tanımlamıştır:

- Prensip 12: Durum tespiti için sorunu dinlemek yerine, gidip yerinde görmek gereklidir.
- Prensip 13: Karar verme sürecinde tüm seçenekleri mantık süzgecinden geçirerek temkinli davranmak, verilen kararları hızlı bir şekilde uygulamak gereklidir.
- Prensip 14: Sürekli gelişimle birlikte, 'öğrenen' bir organizasyon olmak önemlidir.



Şekil 2.3 Toyota Way'in 4 kategorisi [28]

2.1 Yalın Üretim İlkeleri

Toyota üretim sistemine göre yalın üretim ilkeleri; 'değer, değer akışı, sürekli akış, çekme ve mükemmellik' olarak sınıflandırılmaktadır. Şekil 2.4, yalın üretimin ilkeleri arasındaki döngüyü göstermektedir.

Değer (Identify Value): Üretici tarafından, müşteri için değerli olanın ve müşteri beklentilerinin tanımlanmasıdır. Değer, müşteri beklenti ve taleplerinin, belli bir zaman içerisinde ve belli bir bütçe dâhilinde sağlanmasıdır [29].



Şekil 2.4 Yalın üretimin ilkeleri [29]

Değer Akışı (Value Stream Mapping): Değer akışı, bir üretim sürecinde, hammaddeden başlayıp nihai ürünün tamamlanmasına kadar gerçekleşen tüm aktiviteleri kapsamaktadır. Üretim sürecindeki israfların çoğu bu akış sürecinde ortaya çıkmaktadır. Değer akışı bağlamında üretim sürecindeki aktiviteler üç başlık altında sınıflandırılmıştır:

- Değer yaratan aktiviteler (value adding activities): Müşteri isteği doğrultusundaki dönüşümü sağlayan aktiviteler,
- Değer yaratmayan fakat üretimin tamamlanması için mecburi olan aktiviteler: Bekleme, nakliye vb.
- Değer yaratmayan ve kaçınılabilir aktiviteler (non-value adding activities): bekleme, sayma, sıralama, hata, tamir vb.

Değer akışında en çok israfı, müşteri için değer yaratmayan aktiviteler (non-value adding activities) oluşturur. Değer akışında amaç, müşteri için değer yaratmayan fakat üretim sürecinde israflara neden olan aktivitelerin azaltılmasıdır [29]. Bu sayede zaman ve maliyet kayıpları önlenirken, gecikmeler ve olumsuz varyasyonlar azaltılarak, üretim verimliliğinde artış sağlanacaktır.

Sürekli Akış (Create Flow): Yalın üretim sürecinde, değer yaratmayan aktivitelerin elenmesiyle kaynak ve bilgi akışı sağlandıktan sonra amaç, bu akışın sistematik olarak devamlığının sağlanmasıdır. Sürekli akışın sağlanması halinde, sonraki iş kalemlerinde meydana gelebilecek herhangi bir engel, gecikme, tıkanıklığa karşı da önceden önlem alınmış olacaktır. Hammadde ve kaynak ne kadar hızlı sürede nihai ürüne dönüşürse, üretim sisteminin akış hızının da o derece yüksek olduğu kabul edilmektedir.

Çekme (Pull Production): İsrafların önlenerek sürekli akışın sağlanması ile kaynağın nihai ürüne dönüşme süreci de oldukça kısalmaktadır. Böylece ürünün müşteri tarafından talep edildiği anda, yani 'tam zamanında üretimi' (Just-in-time) olanaklı hale gelmektedir. Çekme sistemi, müşterinin ürünü talep etmesiyle başlamaktadır ve her bir sürecin bir önceki süreçten ürün talep etmesi şeklinde geriye doğru bir akış izlemektedir.

Çekme sistemi üretim ile stoklama ve stoklamanın getirdiği ek maliyetler engellenmekte, fazla üretimden kaynaklanan fireler azaltılmaktadır. Çekme sistemi sayesinde, müşterisi belli olmayan çok sayıda ve tek tip ürün yerine; müşteri beklentilerine cevap veren, farklı yapılandırmalara sahip, dolayısıyla farklı tipte ürünler üretilebilmektedir. Bu sistem aynı zamanda müşteri talebinin değişmesi durumunda, farklılaşan talebi kısa sürede gerçekleştirebilme esnekliği sunmaktadır.

Mükemmellik (Perfection): Yalın üretimin diğer 4 prensibi uygulandığında, üretim sürecinde kalite ve verimlilikte iyileşmeler sağlanacak ve iyileşmenin sürekli kılınması ile (continuous improvement) müşteri memnuniyeti arttırılacaktır. Yalın üretim anlayışına göre; hatalı üretimin nedeni kişiler üzerinden değil, hatalı üretime sebep olan asıl nedenler üzerinden araştırılmalıdır. Bu da hatalara sebebiyet veren ana nedenlerin belirlenip, aynı hataların tekrarlanmaması adına gerekli önlemlerin alınmasını sağlamaktadır. Böylece üretim sürecinde 'öğrenme' (learning) mekanizması da işlerlik kazanmış olacaktır. Üretim sürecinde yalın felsefenin tam olarak uygulanması ancak yönetimden üretime, süreçteki tüm bireylerin yalın üretim prensiplerine katılımı ile gerçekleşmektedir.

Yalın üretim prensiplerini uygulamak amacıyla farklı yalın üretim teknikleri geliştirilmiştir. Bu tekniklerden bazıları; Tam zamanında üretim, Toplam kalite kontrolü, Kaizen, Kanban, Planla-Uygula-Kontrol et- Önlem al (PCDA), Takt zamanı planlaması, Değer akışı haritalama ve 5S'tir. Bir sonraki bölümde bahsedilen bu yalın üretim teknikleri detaylı olarak incelenecektir.

2.2 Yalın Üretim Teknikleri

Yalın üretim prensiplerinin sektörlere uygulanması ancak bazı yalın üretim tekniklerinin kullanılması ile mümkün olabilmektedir. Yalın üretim prensiplerini esas alan

organizasyonlar bu tekniklerden birini veya birkaçını birlikte kullanabilmektedir. Literatürde en sık karşılaşılan yalın üretim teknikleri; Tam zamanında üretim (Just in time - JIT), Toplam kalite kontrolü (Total quality control), Kaizen, Kanban, PCDA, Takt zamanı planlaması, Değer akışı haritalama (Value stream mapping) ve 5s kuralıdır.

Tam zamanında üretim (Just in Time): Ohno ve Shingo tarafında 1950'li yıllarda Toyota otomobil fabrikasında ortaya çıkarılmış bir fikirdir. Ana fikri stoğu azaltmaktır. Böylece sipariş miktarının azaltılması, üretimin düzenlenmesi (layout configuration), tedarikçilerle işbirliği ve kurulum sürelerinin kısaltması gibi avantajlar sağlanır. Çekme yöntemiyle yapılan (pull type method) bu üretim sisteminde üretim miktarı tahminlere göre yapılan planlardan ziyade, gerçek ihtiyaç miktarları doğrultusunda belirlenmektedir.

Tam zamanında üretim sisteminin önemli bir özelliği israfların azaltılmasıdır. Shingo'ya göre israflar; fazla üretim (overproduction), bekleme, malzemelerin taşınması, stok fazlalığı, hatalı veya eksik üretimlerdir [30].

Toplam Kalite Kontrolü (Total Quality Control): Toplam kalite kontrolünün çıkış noktası, ürünleri elde etmede kullanılacak materyallerin istatiksel yöntemler aracılığı ile kontrol edilmesidir. Shingo'ya göre toplam kalite kontrolünün açılımı ''kalitenin üretimden tüm bölümlere kadar her alanda sağlanması, çalışanlardan yönetime tüm birimlere kalite kontrolünün genişletilmesi, kalite kavramının tüm işletme geneline yayılması'' şeklindedir [31].

Kaizen: Yalın üretimin yapıtaşlarından biri olan 'Kaizen', Japonca 'Kai' ve 'Ze' kelimelerinden meydana gelmekte olup 'daha iyiye' anlamı taşımaktadır. Prensip olarak 'daha iyiye doğru sürekli gelişim' i ifade etmektedir [32].

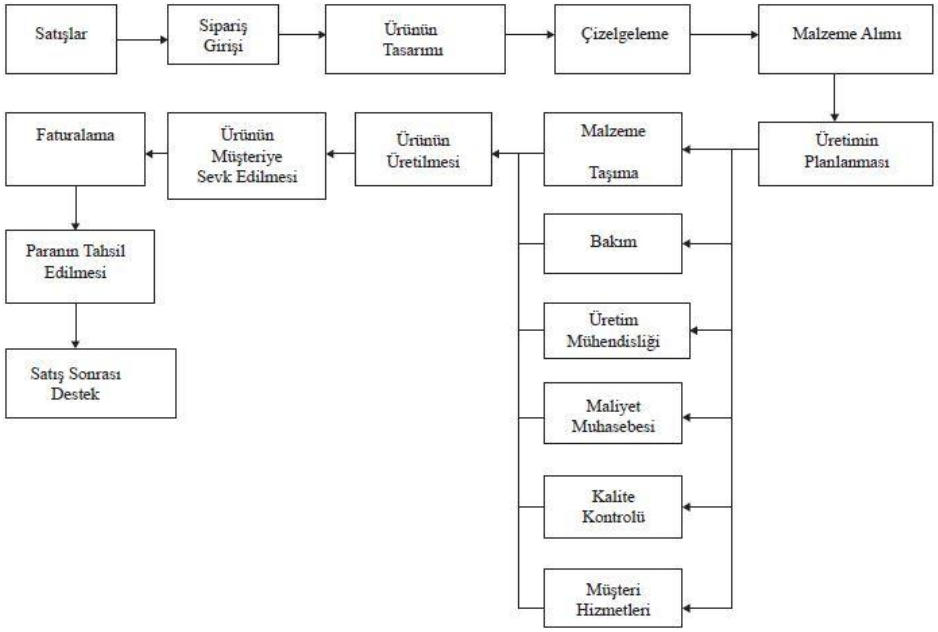
Kanban: Kanban, Japonca bir kelime olup, 'görsel uyarı' anlamına gelmektedir. Üretim sektöründe Kanban, tam zamanında üretimin gerçekleştirilebilmesini sağlayan bir yalın üretim tekniği olup; kart, işaret, grafik gibi görsel ögelerle hangi işlerin, hangi miktarda yapılacağının ifade edilmesidir. Toyota üretim sisteminin bir parçası olan basit ve işlevsel bir nakliye kontrol sistemidir ve bu sistem kartlı üretim sistemi olarak da adlandırılmaktadır. Kanban sistemi, takım elemanlarının kendi içindeki iletişimlerini de kolaylaştırarak, israfın ve fazla üretimin engellenmesini sağlamaktadır [20].

Planla - Uygula - Kontrol Et - Önlem Al (Plan Do Check Act- PCDA): William Edwards Deming tarafından 1950'li yıllarda geliştirilen ve Deming döngüsü olarak da adlandırılan PDCA, üretim süreçlerinde sürekli gelişimin sağlanabilmesi için kullanılan bir proje planlama aracıdır. *Planla* adımı, süreçteki problemin belirlenmesi ve bu problemin çözülmesi için bir değişim fırsatı yaratılmasını ifade etmektedir. *Uygula* adımı, düşünülen değişikliğin test edilmesini ifade etmektedir. Bu adımda küçük ölçekte uygulamalar yapılması önerilmektedir. *Kontrol et* adımı, değişikliğin test edilmesinden sonra sonuçların analiz edildiği ve öğrenilenlerin belirlendiği bir süreçtir. *Önlem al* adımı ise, elde edilen sonuçlara göre nasıl bir yol izleneceğinin belirlendiği bir süreçtir. Değişiklik olumlu sonuç vermediyse, döngüde başa gidilerek farklı yolların test edilmesi gerekmektedir. Değişiklik olumlu sonuçlar verdiyse daha geniş ölçekte değişimler için, test edilen değişiklikten elde edilen bulgular ile döngüde tekrar başa gidilmektedir.

Takt Zamanı Planlaması (Takt Time Planning): Takt kelimesi Almanca olup, 'ritim' anlamına gelmektedir. Takt zamanı, üretim sürecinde üretilecek ürün için müşteri ihtiyacının oranını ifade etmektedi [28]. Takt zamanı, kullanılabilir çalışma zamanının müşteri talebine bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Bu şekilde müşteri talep süresine göre, bir ürünün stok oluşturmayacak şekilde ne kadar sürede üretilmesi gerektiği hesaplanmış olmaktadır. Takt zamanı planlaması, bir iş yapılandırma yöntemidir ve takt zamanı hesaplamasındaki amaç tüm gruba gerekli kaynakların sağlanması ve iş bölümlerinin dengelenmesi ile güvenilebilir iş programları hazırlanmasıdır. Takt zamanı hesaplamasının; düzgün bir üretim akışı sağlanması, gerçekçi zaman hedefleri belirlenmesi, iş süreçlerinin iyileştirilmesi, hataların azaltılarak kalitenin arttırılması gibi faydaları bulunmaktadır [33].

Değer Akışı Haritalama (Value Stream Mapping): Değer akışı haritalama, bir ürün veya hizmeti görselleştirmek, analiz etmek ve geliştirmek için akış şemaları oluşturulmasıdır. Değer akışı haritalama, yalın üretim felsefesinin önemli tekniklerinden biri olup hammaddeden nihai ürüne kadar tüm süreçte kaynağın akış basamaklarını göstermektedir. İsrafların belirlenmesi ve elenmesi açısından faydalıdır ve katma değeri olmayan aktiviteler akış şemalarında belirlenip elenmektedir. Değer akışı haritalarında, katma değeri olan ve katma değeri olmayan tüm aktiviteler gösterilir [34].

Şekil 2.5 örnek bir değer akışı haritasını göstermektedir. Örnekte görüldüğü üzere, bir ürünün satışa çıkması ve sipariş edilmesinden, üretilmesi ve hatta satış sonrası desteğe kadar geçirdiği tüm aşamalar değer akışı haritasında şema halinde gösterilmektedir.



Şekil 2.5 Örnek bi değer akışı haritalama şeması [35]

5S: 5S, Japonca 'Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu ve Shitsuke' kelimelerinden gelmektedir. Bu kelimeler, Türkçe'de 'Sınıflandır, Düzenle, Parlat, Standartlaştır ve Sürekli kıl' anlamlarına gelmekte olup; önemli yalın üretim araçlarından birisidir. 5s kuralı çalışma alanının temizliğinin ve standardizasyonunun sağlanması için kullanılan bir araçtır. *Sınıflandır*, tüm birimlerin sınıflandırılıp, en az kullanılanların temizlenmesini ifade eder. *Düzenle*, her birim için bir alan belirlenmesini ifade eder. *Parlat*, üretim sürecinde çalışma alanlarının ve makinaların temiz tutulup, herhangi bir kaza yaşanmaması adına gerekli önlemlerin alınmasını ifade eder. *Standartlaştır*, diğer 3 maddenin geçerliliğini korumak adına, bir takım kurallar geliştirmek gerektiğini ifade eder. *Sürekli kıl*, ürün kalitesini geliştirmek için standardize edilen çalışma koşullarının sürekliliğinin sağlanmasını ifade eder [36].

5S kuralı, Toyota üretim sisteminde, çalışan bir sistemin durması durumunda, aksamanın nedenini anlayabilmek amacıyla 5 kez 'neden' sorusunu sormayı esas almaktadır. Taiichi Ohno 5S kuralı ile ilgili şu örneği vermiştir [22].

- Makine neden durdu?

- Neden aşırı yükleme oldu?
- Yağlama neden yeterli değildi?
- Yağ pompası neden iyi çalışmamıştı?
- Neden hasar görmüştü?

2.3 Yalın Üretim Sistemi ile Fordist Üretim Sisteminin Karşılaştırılması

Geleneksel sistem üretim (fordist üretim), dönüşüm modeli (conversion model) üzerine kurulu iken; yalın üretim sistemi, akış modeli (flow model) üzerine kuruludur. Fordist üretim sistemi ile yalın üretim sistemi aşağıdaki parametreler üzerinden karşılaştırılmaktadır:

- **Tam zamanında üretim bakış açısıyla bakıldığında;**

Geleneksel üretim sistemi, bekleme, ulaşım ve denetleme gibi iş kalemlerini göz ardı etmektedir. Müşteri bakış açısıyla bakıldığında bu iş kalemleri katma değeri olmayan aktiviteler gibi görünmektedir. Fakat pratikte bu aktiviteler iki şekilde yorumlanır; katma değeri olmayan aktiviteler olarak görülüp değerlendirmeye dâhil edilmez ya da tüm iş kalemleri, dönüşüm modelinin katma değeri olan aktiviteleri olarak yorumlanır.

Üretim sürecinde performans geliştirmesi, üretimin alt süreçlerinin verimliliğini arttırmak ile mümkündür. Bu nedenle katma değeri olmayan aktivitelerin azaltılması üretim performansı açısından önemlidir. Kompleks üretim sistemlerinde toplam maliyete etki eden faktörler, dönüşüm faaliyetlerinden çok, katma değeri olmayan akış faaliyetleridir.

- **Kalite açısından değerlendirildiğinde;**

Üretim sürecinde nihai ürünün kalitesi değişkendir ve standart özelliklere uymayan her ürün, tekrar üretim sürecinden geçirilmelidir. Dönüşüm süreci şartnameleri hatalı olabilir, fakat müşteri memnuniyeti ve sonraki üretim süreci aşamaları için gerekli özellikleri sağlamalıdır.

Müşteri memnuniyeti ve kalite için gerekli şartlar iyi tarif edilmediğinde, bu durum üretim sürecinde hem ekstra maliyetlere hem de zaman sarkmalarına sebep olabilir, dolayısıyla üretim akışını yavaşlatabilir.

Klasik sistem dönüşüm modeli üretim, ilk ortaya çıktığında küçük çaplı şirketler ve basit üretimler için uygundu. Fakat günümüzde kalite kontrol sisteminin geliştirildiği, kademeli organizasyonlarda ve daha karmaşık üretimlerde, dönüşüm modeli yetersiz kalmakla birlikte altında yatan problemler ortaya çıkmıştır.

Koskela'ya göre:

- Geleneksel sistemde üretim aktiviteleri; üretimi en düşük bütçeyle gerçekleştirebilmek için, aşama aşama kontrol edilen ve yeni teknolojilerle verimliliği arttırarak periyodik olarak geliştirilmeye çalışılan işlem ve fonksiyonlar bütünüdür.
- Yalın (yeni) üretim sisteminde üretim aktiviteleri; üretimdeki değişkenlikleri en aza indirgemek ve teslimat süresini kısaltmak için, yeni teknoloji uygulamaları ve verimlilik parametrelerinde periyodik olarak; 'değer ve israf' parametrelerinde sürekli olarak geliştirilen, malzeme ve bilgi akış sürecidir [4].

Yalın üretimin üretim endüstrisine getirdiği bu artı değerler, zaman içinde diğer endüstrilerdeki uygulamacıların da dikkatini çekmeye başlamıştır. Yapısı gereği birçok farklı aktörü bünyesinde bulunduran ve her biri kendine özgü karmaşık süreçler içeren inşaat endüstrisi, 1990'lı yıllardan itibaren yalın üretim prensiplerinden etkilenmeye başlamıştır. Bir sonraki bölümde, inşaat sektörünün güncel sorunlarına çözüm arayışlarıyla ortaya çıkan ve yalın üretim prensiplerinin inşaat sektörüne uyarlanmasını esas alan 'yalın inşaat' kavramı detaylı olarak incelenecektir.

BÖLÜM 3

YALIN İNŞAAT

Yalın inşaat genel olarak, yalın üretim sistemi prensiplerinin inşaat sektörüne uygulanmasını; bu sayede yapım projelerindeki varyasyonların, israfların, toplam maliyetin ve sürenin azaltılarak toplam kalitenin arttırılmasını esas alan bir yaklaşımdır. Yalın inşaat konusuyla ilgili detaylara girmeden önce literatürde yalın inşaat ile ilgili ilk çalışmaları yapan Lauri Koskela'nın geliştirdiği 'Dönüşüm - Akış - Değer' teorisini incelemek gerekmektedir.

3.1 Dönüşüm- Akış- Değer Teorisi

Yalın düşünce dünyada otomotiv başta olmak üzere sağlık, eğitim, finans, tekstil, mühendislik gibi birçok sektörde kullanılmakta iken [20], inşaat sektöründe ancak 1990'lı yıllardan sonra kullanılmaya başlanmıştır. Lauri Koskela, yalın üretim prensiplerinin inşaat sektörüne uyarlanması konusundaki çalışmalarıyla, bu alanda öncü olmuştur [4]. Amerika, İngiltere ve diğer gelişmiş ülkelerde yalın inşaat yaklaşımı, hem akademik alanda çalışılmaya hem de inşaat faaliyetlerinde uygulanmaya devam etmektedir. Üniversitelerde 'yalın inşaat ve yalın inşaat yöntemleri' üzerine yapılan akademik çalışma sayıları gün geçtikçe artmaktadır. Fakat Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde yalın inşaat konusu, hem akademik hem de uygulama anlamında henüz gereken değeri görmemiştir.

Yalın üretim prensiplerinin inşaat sektörüne uyarlanması fikri ilk defa Lauri Koskela'nın ''Application of the new production theory to construction'' isimli teknik raporunda yer almıştır. Koskela bu çalışmasında, yeni üretim felsefesinin etkisiyle 'değer üretimini' ön

plana çıkaran ve Türkçe karşılığı 'Dönüşüm – Akış - Değer' teorisi olan 'Transformation-Flow-Value' teorisini ortaya koymuştur. Transformation - Flow - Value teorisi, literatürde 'TFV' teorisi olarak adlandırılmaktadır. Geleneksel üretim sisteminde; üretim, sadece girdilerin çıktıya dönüştüğü süreç olarak görülmektedir. Yani geleneksel üretim sisteminde üretim, Koskela'nın TFV teorisindeki dönüşüm ayağından ibarettir. Oysa Koskela'nın geliştirdiği 'TFV' tipi üretimde süreçler su şekilde işlemektedir [5]:

Dönüşüm: Girdilerin çıktıya dönüştüğü bir süreçtir. Nihai ürüne katma değer kazandıran aktiviteler bu süreçte yer alır.

Akış: Akış süreci, dönüşüm sürecindeki malzeme ve bilgi gibi kaynakların zamansal ve mekânsal olarak akışını kapsar. Malzemelerin beklemesi, ulaştırılması, depolanması gibi nihai ürün için katma değeri olmayan, fakat sürecin tamamlanabilmesi için gerekli olan aktivitelerin çoğu akış sürecinde yer alır.

Değer: Müşteri için değerli olanın belirlenmesi ve bu değerin yaratılma sürecidir. Akış sürecindeki katma değeri olmayan aktivitelerin azaltılması, sonuç ürününün değerini arttıracaktır.

Çizelge 3. 1 Dönüşüm-akış-değer tipi üretim şeması [6]:

	Dönüşüm Konsepti (TRANSFORMATION)	**Akış Konsepti (FLOW)**	**Değer Konsepti (VALUE)**
Ana prensipler	Aktivitelerin hiyerarşik olarak analizi, aktivitelerin kontrol ve optimizasyonu	Birleşimlerin analizi, israfların azaltılması, zaman tasarrufu	Değer kayıplarının azaltılması
Yöntem ve Uygulamalar	CMP, Work Breakdown Structure. Planlamanın odak noktası işlerin başlama süreleri ve sözleşmeye uygunluk	Takım çalışması odaklı, belirsizlikler azaltılmış, planlama zaman, kalite ve iş akışı odaklı	Sonuç ürünlerinin kontrolü mevcut, planlama iş bölümü, süreç ve katılım odaklı
Uygulamadaki Katkıları	Gerekli olan iş kalemlerinin yapılması	Gereksiz işlerin yapılmasının en aza indirgenmesini önemser	Müşteri beklentilerinin maksimum seviyede sağlanmış olmasını önemser

Çizelge 3.1' de Koskela'nın TFV teorisinde yer alan dönüşüm, akış ve değer süreçlerinin ana prensipleri, yöntem, uygulama ve katkıları belirtilmiştir. Çizelgeye göre;

- *Dönüşüm sürecinde*; aktiviteler hiyerarşik olarak analiz edilir ve bu aktivitelerin kontrolü ve mümkün olan en iyi duruma getirilmesi sağlanır. Bu süreç, iş kırılım şemalarının (work breakdown structure) hazırlanmasını, işlerin başlama ve bitiş

sürelerinin belirlenmesini ve sözleşmeye uygunluklarının kontrol edilmesini kapsamaktadır. Dönüşüm sürecinde, nihai ürününe giden yolda yapılması gerekli olan iş kalemleri tanımlanmaktadır.

- *Akış sürecinde;* dönüş sürecindeki aktiviteler arasındaki bekleme, taşıma gibi ikincil aktiviteler sebebiyle ortaya çıkabilecek israflardan arınma ve zaman tasarrufu için gerekli önlemlerin alınması esastır. Bu süreç takım çalışması odaklıdır ve iş kalemlerinin tamamlanmasıyla ilgili belirsizlikler bu süreçte azaltılır. Bu şekilde gereksiz işlerin yapılması en aza indirgenmiş olur.
- *Değer sürecinde*; müşteri için yaratılan değerde herhangi bir kayıp olmaması için, sonuç ürünlerinin kontrolü yapılmaktadır. Değer süreci katılım odaklıdır ve bu süreçte müşteri beklentilerinin en üst seviyede sağlanmış olması önemsenmektedir.

Koskela'nın ortaya koyduğu TFV teorisine göre yeni üretim sisteminin hedefleri şu şekilde sıralanmaktadır [5];

- Katma değeri olmayan aktivitelerin azaltılması,
- Müşteri ihtiyaçlarının sistematik olarak değerlendirilmesi ile ürün değerinin arttırılması,
- Varyasyonların azaltılması,
- Toplam proje süresinin kısaltılması (Project cycle time),
- İş bölümlerinin azaltılarak sürecin daha basit bir hale getirilmesi,
- Esnekliğin arttırılması,
- Sürecin saydamlığının arttırılması,
- Tüm süreç üzerinde odak kontrolü yapılması,
- Sürekli gelişimin esas alınması,
- Dönüşüm ve akış sürelerinin dengelenmesi,
- Kıyaslama yapmak (benchmarking).

TFV teorisi, Toyota Üretim Sistemi'nin (TPS) uzantısı şeklindedir ve birçok açıdan TPS sistemiyle ortak özellikler taşımaktadır. Bu ortak özelliklerden en önemlisi müşteri için

gerçekten değerli olanın belirlenmesi ve üretilmesi, yani *'değer üretimi'dir* (value generation). Koskela'ya göre [5] değer üretiminin 5 ana prensibi:

- Tüm müşteri ihtiyaçlarının sağlandığından emin olmak,
- Müşteri ihtiyaçlarının, üretimin tüm safhalarında sağlandığından emin olmak ve üretim çözümleri, üretim planları ve ürünlere dönüştüğünde bu değerin kaybolmadığından emin olmak,
- Müşteri ihtiyaçlarının nihai üründe sağlandığından emin olmak,
- Üretim sisteminin, müşteri tarafından istenildiği kadar ürünü üretebilecek kapasitede olduğundan emin olmak,
- Müşteri tarafından beklenen değerin yaratıldığını ölçümlerle kontrol etmek, şeklinde tanımlanmaktadır.

TFV terosini geleneksel 'maliyet, zaman ve kalite' üçlüsünde değerlendirirsek, ürün etkinliğini ve müşteri değerini arttırmak için şu yollar izlenmelidir [5]:

- Dönüşüm sürecinin alt süreçlerindeki aktivitelerin maliyetlerinin düşürülmesi ile *toplam maliyet düşürülmelidir.*
- Akış aktivitelerinde yer alan ve katma değeri olmayan aktivitelerin süreçten arındırılması ile *toplam süre kısaltılmalıdır.*
- Müşteri beklenti ve ihtiyaçlarının pozitif bir tutumda karşılanması şekliyle *nihai üründe kalite sağlanmalıdır.*

TFV teorisinin nihai ürüne katkılarının yanında, akademik çalışmalarda TFV teorisine gelen bazı eleştiriler de yer almaktadır. Bunlardan biri Graham B. Winch tarafından yapılan, ''Towards a theory of Construction as Production by Projects'' isimli çalışmadır [37]. Winch bu çalışmada, inşaat sektöründe yalın yaklaşımların sürece katkısının yanında, kendi bünyesinde ve uygulama alanlarında sahip olduğu kısıtlamaların ve yalın uygulamaların hangi alanlarda gelişim sağlaması gerektiğinden bahsetmektedir. Bu çalışmaya göre Koskela'nın TFV teorisine gelen eleştiriler şu şekilde özetlenmektedir:

- TFV teorisi, üretim sürecinde dönüşüm sağlamayan fakat süreçten ayrı tutulamayan bazı aktiviteler olduğunu (non- transformation activities) göz ardı eder.
- Analizlerde organizasyon kavramı eksiği vardır.
- Risk ve belirsizlik çıkarımlarına yönelik analiz eksiği vardır.

Koskela'nın geliştirdiği TFV teorisi, yalın üretim prensiplerinin inşaat sektörüne uyarlanması konusunda bir başlangıç olmuştur.

3.2 İnşaat Sektörü Sorunlarına Alternatif Olarak Yalın İnşaat Yaklaşımları

Koskela 'ya göre yalın inşaat tanımı; ''malzeme ve zaman israflarının en aza indirgendiği, değerin ve kalitenin olabilecek en üst düzeye çıkarılmaya çalışıldığı bir üretim sisteminin geliştirilmesi'' şeklindedir [38]. Yalın Enstitü 'ye göre yalın inşaat; belirsiz, karmaşık ve kısa sürelerde tamamlanması gereken projelerde kullanışlı olabilecek, yönetim tabanlı bir üretim yaklaşımıdır.

Yalın inşaat, kısaca yalın üretim prensiplerinin yapım projelerine uyarlanması ve uygulanmasını ifade etmektedir. Bu bağlamda yalın inşaat, inşaat sektöründeki israfların belirlenerek azaltılması ve iş planlarının güvenilirliğinin arttırılması ile iş verimliliğini olumsuz etkileyecek unsurların azaltılarak toplam kalitenin arttırılmasını esas almaktadır.

Geleneksel sistem üretimdekine benzer problemlerle, geleneksel sistem inşaat süreçlerinde karşılaşmak mümkündür. Bu bağlamda öncelikle inşaat süreçlerinde geleneksel sistemi incelemek gerekmektedir.

İnşaat süreci, belirli bir yapının yapım süreci tamamlanıncaya kadar gerçekleşen aktiviteler bütünü olarak nitelendirilebilir. Son yıllarda geleneksel inşaat yöntemlerinin yanı sıra bilgisayar destekli tasarım, endüstriyelleşme, toplam kalite yönetimi gibi farklı yöntemlerle inşaat sürecindeki verimlilik arttırılmaya çalışılmaktadır.

Geleneksel sistemde inşaat sürecinin ana bölümlerinden biri maliyet hesapları ve keşiflerdir. İnşaat projelerinde, yapım süreci iş bölümlerine ayrılmakta ve her bir iş bölümü için malzeme ve işgücü maliyetleri çıkarılarak sözleşmeler yapılmaktadır. Yapım sürecinin bu kısmı, üretim sürecindeki dönüşüm modeliyle aynıdır ve süreç girdiyi çıktıya

dönüştüren alt süreçlerden meydana gelmektedir. Fakat bu model yenileme, tadilat, tekrar çalışma gibi ekstra maliyetleri öngöremeyebilir. Bu bağlamda şantiyelerde görülebilecek akış problemlerinden bazıları şu başlıklar altında toplanabilmektedir:

a) <u>Tasarım ve mühendislik sürecinin birbirini izleyen yapısı;</u>

İnşaat süreci, birbirini izleyen ve tamamlanması için farklı formasyonlara sahip uzmanların rol aldığı bir süreçtir. Yatırımcı önce projenin tasarımını gerçekleştirecek mimarı seçer, mimari tasarımdan sonra mühendisler tarafından statik, elektrik ve mekanik projeler hazırlanır. Yapım süreci, yatırımcının sözleşmeyi imzalamasından sonra ana yüklenicinin sorumluluğu altındadır.

Dupagne' ye göre, inşaat sektöründeki genel akış süreci problemleri şu şekilde tanımlanmaktadır [39];

- Tasarım sürecine geri dönüş ve tekrar tasarlama imkânı azdır. Bu nedenle projenin çevrim zamanı uzundur (long cycle time).
- Projenin ilerleyen süreçlerinde meydana gelebilecek problemler ve ihtiyaçlar tasarım sürecinde genelde hesaba katılmaz (poor consideration).
- Buna rağmen, tasarım süreci gelecek aktiviteler için gereksiz kısıtlamaları da bünyesinde bulundurur ve bu gereksiz kısıtlamalar, tasarım sürecinin uzamasına neden olabilmektedir.
- Uzmanlar için geri bildirimler yetersizdir ve süreç şeffaf değildir.
- Sürecin genelinde liderlik ve sorumluluk paylaşımı zayıftır.

Buna bağlı olarak; yetersiz çözümler, zayıf operasyon, tekrar yapılan işler ve değişikliklerde artış, sürecin yenilenmesi ve geliştirilmesinde durağanlık gibi sorunlarla sıkça karşılaşılmaktadır.

b) <u>Kalite konusunda genel bakış açısı;</u>

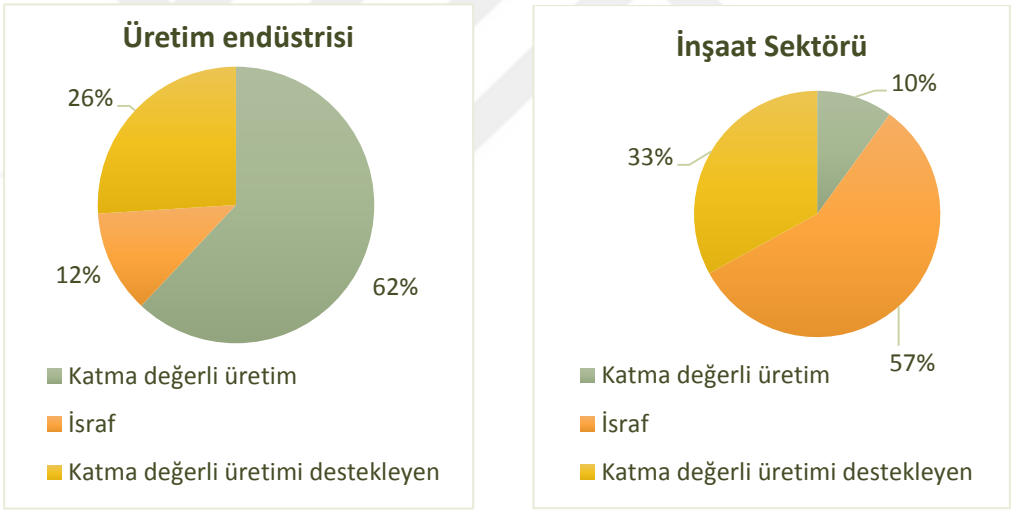
Geleneksel sistemde hataları, ihmalleri göz önünde tutacak herhangi bir ekstra uygulama mevcut değildir. Buna rağmen ortalama bir kalitenin sağlandığı düşünülmektedir. Geleneksel yapım projelerinde kaliteye bağlı olarak karşılaşılabilecek problemlerden bazıları; 'varyasyonlarda artış, sapmaların tespitinin ve düzeltilmesinin

projenin toplam süresini arttırma ihtimalinden dolayı yeterli sapma tespiti yapılmayışı, üretim kontrolü eksikliği ve müşteri ihtiyaçlarının tespitindeki yetersizliklerdir'.

c) <u>Parçalı kontrol;</u>

Geleneksel yapım projelerinde hiyerarşik organizasyon yapısından dolayı, tüm sürecin kontrolü yerine alt süreçlerin kontrolleri yapılmaktadır. Bu sistemin dezavantajları; ürünlerin saklanması ve depolanması için ekstra dikkat gerektirmesi, yanlış yerleştirme ve depolamadan dolayı kayıp ve hırsızlık olaylarının yaşanabilmesi, hataların düzeltilme hızının düşük olması ve yönetimin çok kişinin elinde olmasıdır.

İnşaat endüstrisi imalat endüstrisine göre, katma değeri olmayan aktivitelerin ve israfın çok daha fazla olduğu bir sektördür. Şekil 3.1 üretim endüstrisi ve inşaat endüstrisindeki, ürüne katma değeri olan aktivitelerin ve israfların oranlarını göstermektedir [40]. Görüldüğü üzere inşaat endüstrisinde katma değeri olan aktivite oranı üretim endüstrisine göre oldukça az iken, israf oranları oldukça fazladır.



Şekil 3.1 Üretim endüstrisi ve inşaat sektöründeki israf oranları [40]

Yalın üretim felsefesinin inşaat sektörüne doğrudan uygulanması, inşaat sektörünün diğer sektörlerinden farklı özelliklere sahip olması nedeniyle mümkün olamamaktadır. Gao ve Pheng 'e göre inşaat sektörünün üretim endüstrisinden ayrışan özellikleri şu şekilde belirtilmiştir [41]:

- Yaşam döngüsü, üretim endüstrisinde uzun iken, inşaat sektöründe kısadır.

- İnşaat projelerinin her biri kendine özgüdür, üretim endüstrisinde aynı tip üründen çok sayıda üretilir.
- İnşaat sektöründe çalışma alanı değişkendir, üretim endüstrisinde çalışma alanı sabittir.
- İnşaat sektöründe malzemelerin belli bir standardı yoktur, üretim endüstrisinde malzemeler standarttır.
- Malzeme, inşaat sektöründe program tabanlı olarak tedarik edilir iken, üretim endüstrisinde sipariş tabanlı olarak tedarik edilir.
- İnşaat sektöründe işgücü, geçici ve sezonluktur. Üretim endüstrisinde işgücü sabittir. Bu sebeple inşaat sektöründe işgücünün güvenliği kısmen zorunlu iken; üretim endüstrisinde işgücü güvenliği zorunludur.
- İnşaat sektöründe ücretler, deneyim ve yeteneklere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Üretim endüstrisinde ücretler, ücret politikalarına dayanmaktadır ve inşaat sektörüne göre daha kararlıdır.
- İnşaat sektörü dış ortama açık olduğundan çevresel etmenlerden etkilenmektedir. Bu sebeple verimlilik, iklim ve çevresel koşullar gibi dış etmenlere göre değişkenlik gösterebilmektedir. Üretim endüstrisi, çevresel değişimlerden inşaat sektörüne göre daha az etkilenmektedir.
- Nihai ürün, inşaat sektöründe şantiye ortamında, üretim endüstrisinde ise fabrika ortamında üretilmektedir.
- Üretim endüstrisi, inşaat endüstrisine göre 'teknolojik yöntemler ve otomasyon kullanımı' açısından daha çok gelişmiştir.
- İnşaat sektöründe tekrar işler yaygın iken üretim endüstrisinde tekrar iş oranı düşüktür. İnşaat sektöründe kalite ürün odaklı iken, üretim endüstrisinde kalite süreç odaklıdır.
- İnşaat endüstrisinde işveren müdahalesi, üretim endüstrisine kıyasla daha yaygındır.
- Üretim endüstrisinde, işçiler firma kültürüyle ilgili bilgi sahibidir. İnşaat sektöründe, geçici işçi oranı fazla olduğu için çalışanlar firma kültürü ile ilgili bilgi sahibi değildir.

- İnşaat sektöründe iş aşamaları ve tasarım çözümleri mevzuat bilirkişilerinin kontrol ve onayına tabidir. Üretim endüstrisinde bu tür bir kontrol ve onay sürecine çok sık rastlanmaz.

3.3 Dünya Genelindeki Yalın İnşaat Grupları ve Yalın İnşaat Çalışmaları

Yalın inşaat konusunda faaliyet gösteren topluluklardan biri ve en önemlisi, 'Uluslararası Yalın İnşaat Grubu'dur (International Group of Lean Construction). Uluslararası Yalın İnşaat Grubu, bünyesinde daha çok akademisyenlerin ve araştırmacıların bulunduğu bir topluluktur. Bu grubun ilk konferansı, o zamanlar Finlandiya VTT Araştırma Merkezi bünyesinde olan ve IGLC'nin kurucusu Lauri Koskela ve Berkeley Kaliforniya Üniversitesi'nden Glenn Ballard tarafından 1993 yılında Finlandiya'da düzenlenmiştir. Yalın inşaat terimi ilk defa bu konferansta kullanılmıştır. IGLC tarafından düzenlenen yalın inşaat konferansları, her yıl dünyanın farklı bir yerinde düzenlenmeye devam etmektedir. Yalın inşaat topluluklarından bir diğeri ise 'Yalın İnşaat Enstitüsü'dür (Lean Construction Instıtue- LCI). Yalın İnşaat Enstitüsü, Amerika'da 1997 yılında kurulan ve üyelerine yalın uygulamalar ve özellikle Last Planner sistem uygulamaları konusunda yardımcı olmayı amaçlayan bir topluluktur. Yalın İnşaat Enstitüsü, 2004 yılından beri 'Yalın İnşaat Dergisi' (Lean Construction Journal) adında hakemli bir dergi yayımlamaktadır. Bu dergide yalın inşaat konusunu çeşitli açılardan irdeleyen makaleler, raporlar ve kitap yorumları yer almaktadır. Ayrıca bu enstitü tarafından her yıl 'Uluslararası Yalın İnşaat Grubu' adı altında, IGLC konferansları düzenlenmektedir. Tez çalışmasının örneklemini oluşturan kaynakların büyük çoğunluğunu bu konferanslarda sunulan bildiriler oluşturmaktadır.

Yalın inşaat konferanslarında Amerika, İngiltere, Finlandiya, Brezilya, Kore gibi dünyanın birçok farklı ülkesinden araştırmacılar tarafından hazırlanmış, yalın inşaat temasını ele alan çalışmalar yer almaktadır. Bu konferanslarda ağırlıklı olarak;

- Yalın inşaat bilincinin oluşturulması,
- Yalın inşaat uygulamalarının önündeki engeller,
- Yalın inşaat konusunun çıkış noktalarından biri olan yapım şantiyelerinde israfların belirlenmesi ve önlenmesi gibi konular irdelenmektedir [41].

Türkiye'de yalın üretim konusundaki çalışmalar, 2002 yılında, yalın üretim yöntemleriyle işletmelerin gelişimini sağlamayı ve bu sayede Türkiye'nin dünyadaki rekabet gücünü arttırmayı hedefleyen 'Yalın Enstitü' nün kurulmasıyla başlamıştır. 2012 yılında Yalın Enstitü çatısı altında 'Yalın İnşaat Grubu' kurulmuş, bu grup, özellikle yalın inşaatın sektörde uygulanmasına yönelik çalışmalara başlamıştır. Yalın İnşaat Grubu, yalın inşaat konusunda sektörde bir farkındalık yaratmak ve yalın üretim bilincini yerleştirmek için çaba sarf etmektedir. Yalın Enstitü bünyesindeki danışmanlar, yalın üretim anlayışının Türk inşaat sektöründe uygulanmasına yönelik bir takım çalışmalar yürütmüşlerdir. Bu süreçte özellikle Amerika ve İngiltere'deki yalın inşaat uygulamaları incelenmiş; çeşitli workshop ve konferanslara katılıp, yalın inşaat felsefesinin kurucusu olan kişilerden eğitim alınmıştır. Yalın Enstitü, "Yalın İnşaat-Türkiye" adı altında yalın inşaat alanındaki uygulamalara danışmanlık yapmayı hedeflemektedir. Ancak, Türkiye'de yalın inşaat alanında gerek sektördeki uygulamalar gerekse akademik çalışmalar henüz istenilen düzeye ulaşmamıştır.

Dünya genelinde, inşaat sektöründeki problemler ve yalın inşaat uygulamalarının kullanımına yönlendiren inşaat sektörü problemleri, Türk inşaat sektörü için de tehdit oluşturmaktadır. Türk inşaat sektöründeki bu problemlerden bazıları; çarpık kentleşme ile yapılan hızlı ve sağlıksız binalar, güvenlik önlemlerinin yeterli derecede sağlanmadığı inşaat projelerindeki iş kazaları oranında artış, projelerdeki hatalı uygulamalardan kaynaklanan bütçe aşımları, hatalı planlamalardan kaynaklanan zaman kayıpları ve projelerin zamanında teslim edilememesidir. Ayrıca proje yönetim faaliyetlerindeki yanlış uygulamalar ve yetersizlikler, yapım şantiyelerindeki israfların artmasına ve buna bağlı olarak proje üretim sürecindeki verimliliğin düşmesine sebep olmaktadır. Bu problemler, inşaat sektöründe endüstriyel verimliliği arttırma amacıyla gerekli önlemlerin alınması gerekliliğini doğurmaktadır. Bu bağlamda, diğer birçok sektörde olduğu gibi inşaat sektöründe de yalınlık felsefesi ve yalın yaklaşımlar, dünya genelinde değer kazanmaya başlamıştır.

3.4 Yalın İnşaat Yöntemleri ve Uygulamaları

Yapım projelerinde, yalın inşaat prensiplerinin proje sürecine uygulanmasını esas alan farklı yöntem ve uygulamalar kullanılmaktadır. Literatürde en sık karşılaşılan yalın inşaat

yöntemleri ‘Yalın Proje Teslim Sistemi (Lean Project Delivery System – LPDS) ve ‘Son Planlayıcı Sistemi (Last Planner System – LPS)’dir. Akademik çalışmalarda en sık yer alan bu iki yalın inşaat yöntemi tez kapsamına dâhil edilmiştir. Tezin ana konusunu oluşturan Son Planlayıcı (Last Planner) üretim kontrolü sistemi Bölüm 4’te detaylı olarak incelenecektir.

3.4.1 Yalın Proje Teslim Sistemi (Lean Project Delivery System- LPDS)

İnşaat sektörü; tasarımdan, yönetime; tedarikten üretime birden fazla kategoriye ayrılmaktadır. Proje süreci, ön tasarımdan, montaj ve teslimata kadar devam eden bir alt süreçler bütünü olduğu için; bir projede yalın inşaat prensiplerinin uygulanması, projenin tüm bu alt süreçlerinde de bu prensiplerin uygulanması anlamına gelmektedir.

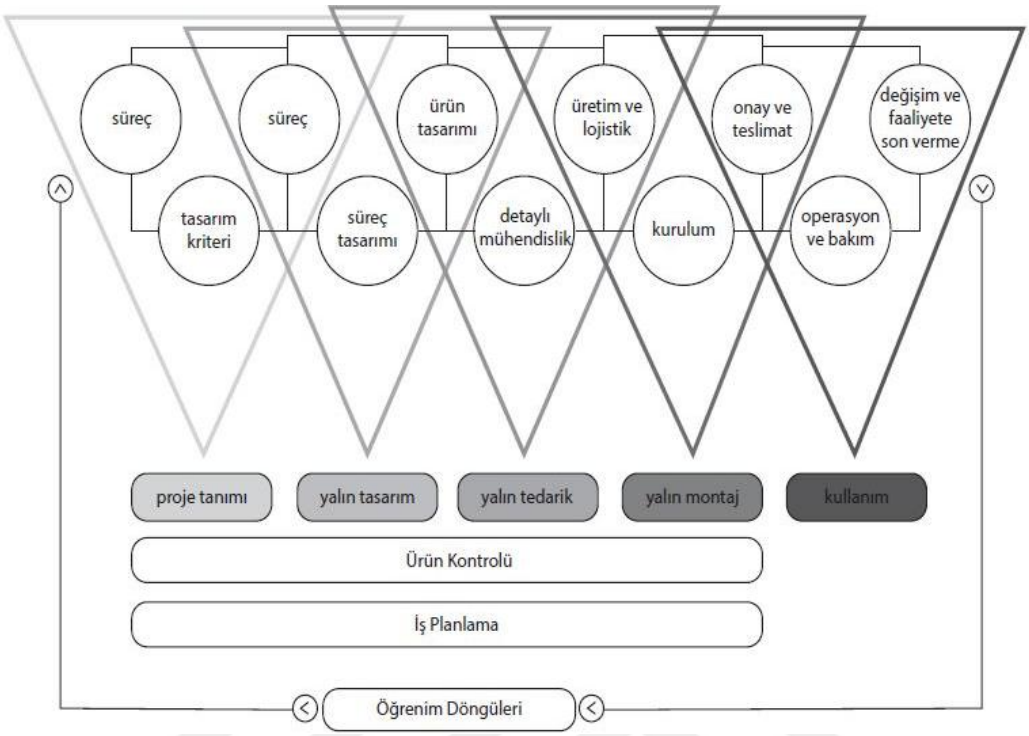
Yalın proje teslim sistemi, özellikle Amerika gibi gelişmiş ülkelerde son yıllarda inşaat sektöründe sıkça kullanılmaya başlayan ve proje üretim sürecini bir ‘değer üretim süreci’ olarak gören proje teslim yöntemidir. Yalın Proje Teslim Sistemi’nde projenin tüm paydaşları, tasarım sürecinden itibaren sürece dâhil olmaktadır. Bunun temel amacı, güvenilir bir iş planlaması yapılarak, malzeme, bilgi, kaynak ve iş akışını kesintiye uğratmadan projenin tamamlanmasını sağlamaktır.

Yalın proje teslim sisteminin genel özellikleri şu şekilde tanımlanmaktadır [42] ;

- Proje hedefleri net olarak belirlenmeli, müşteri beklenti ve ihtiyaçları iyi anlaşılmalıdır.
- Müşteri değerini arttırmak için ekipler ürünleri eş zamanlı olarak üretmelidir.
- Tasarım sürecinden itibaren, iş programları ve iş akış şemaları iyi düzenlenmelidir, böylece proje sürecinde israflar azaltılmış ve toplam değer arttırılmış olacaktır.
- Müşteri için katma değeri olmayan aktiviteler ve israfa neden olan asıl sebepler belirlenmeli ve sistematik olarak süreçten elenmelidir.
- Üretim sürecinde çekme sistemi kullanılmalıdır.

Yalın proje teslim sistemi (Lean Project Delivery System- LPDS) 5 alt süreçten oluşmaktadır. Birbiriyle ilişki bu alt süreçler; ‘proje tanımı, yalın tasarım (lean design),

yalın tedarik (lean procurement), yalın montaj (lean assembly) ve kullanım olarak adlandırılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 Yalın proje teslim sisteminin alt süreçleri [38]

Yalın Tasarım (Lean Design): Yalın tasarım, israfın ve süreçteki katma değeri olmayan aktivitelerin kaldırılarak yalın üretim prensiplerinin uygulanmasıyla gerçekleştirilen mühendislik ve tasarım işleridir [43]. Yalın tasarım sürecinde, projenin tüm aktörleri tasarım sürecinden itibaren sürece dâhil olmakta ve mimarlardan, mühendislere, yüklenicilerden, alt yüklenicilere tüm ekipler bir koordinasyon içinde çalışmaktadır.

Yalın tasarım sürecindeki adımlar şu şekilde belirtilmektedir:

- İşlevler arası tasarım ekibinin oluşturulması; üst kararlarda, alt kademe ekiplerin de sürece dâhil edilmesi ve grup toplantılarıyla işgücü aktivitelerinin belirlenmesi,
- Strateji belirlenmesi; projelerde kalitenin arttırılması için tüm imkânların kullanılması, mevcut bilgilerin paylaşılması ve kabul edilebilir çözümlerin paylaşılması,
- Tasarım işinin yalın prensipler çerçevesinde bölümlere ayrılması; bakım, montaj, fabrikasyon, satın alma, lojistik gibi kalemler göz önünde bulundurularak eşzamanlı yürüyecek işlerin belirlenmesi, detaylı tasarımların imalat ekipleri ile paylaşılması,

- Negatif etkili tekrarların azaltılması; çekme sisteminin kullanılması, tasarım matrislerinin oluşturulması, azaltılamaz iş kalemlerinin yönetimi,
- Son planlayıcı (last planner) üretim kontrolü sisteminin kullanılması, ileriye yönelik planlar (look ahead) çerçevesinde yapılacak işlerin önündeki engellerin kaldırılarak yapıma hazır hale getirilmesi, PPC (Percent Plan Complete) ile tamamlanan işlerin oranlarının takibi, tamamlanamayan işlerin altında yatan sebeplerin belirlenip önlem alınması,
- Yalın tasarımı kolaylaştıran teknolojilerin kullanılması; web tabanlı işletim sistemleri ile yalın tasarım sürecinin desteklenmesi (Çizelge 3.2).

Çizelge 3.2 Yalın tasarım genel taslağı [44]

İşlevler arası ekipler oluştur	Sağlam bir strateji izle	Yalın ideallere ulaşmak için tasarım sürecini planla	Olumsuzluklardan kaynaklı tekrarları minimize et	Last Planner üretim kontrolü sistemini kullan	Yalın tasarımı destekleyen teknolojiler kullan
Alt kademe aktörleri üst kararlara, grup toplantılarına ve görev dağılım aktivitelerine dâhil et	Projenin her aşamasında değeri sağlayacak fırsatlar yarat, yaklaşan aktiviteleri kararlaştır, çözümleri ve bilgileri paylaş	Ürün ve sürecin eşzamanlı tasarımı; operasyon, işletme, bakım, montaj, fabrikasyon, satın alma, lojistik planla, tasarım parti büyüklüklerini düşür	Çekme tipi planlama kullan, tasarım yapısı matrisi oluştur, kısaltılamaz döngüleri yönet	Sadece kaliteli uygulamalar yap, İleriye yönelik planlar ile işleri yapıma hazır hale getir, PPC ölçümü yap, plan başarısızlıklarını tahlil et ve önlem al	Ortak model kullan, web tabanlı arayüzler kullan

Yalın Tedarik (Lean Procurement): Yalın inşaat yaklaşımının alt süreçlerinden biri olan 'yalın tedarik süreci', satın alma ve nakliye işlemlerinde yalın prensipler ve JIT (tam zamanında üretim) ilkelerinin kullanımı ile üretim için ihtiyaç olan kaynağın gerekli olduğu kadar ve gerekli olduğu zamanda tedarik edildiği bir tedarik zincirinin oluşturulmasını ifade eder. Envanter çalışmalarının sürekli olarak kontrol edilmesi, zaman, depolama alanı ve aşırı stoktan tasarruf sağlamaktadır.

Geleneksel tedarik zincirinde ekonomik kaygılar ön planda iken, yalın tedarik zincirinde, 'kalite, güvenilirlik, tedarikçinin tutumu ve kültürü, sevkiyat performansı' gibi faktörler

de ekonomik faktörler kadar önemlidir [45]. Tedarikçi ve alıcı arasındaki güven ve işbirliği ne kadar yüksek ise, tedarik hızının ve kalitesinin de o kadar yüksek olacağı düşünülmektedir.

Yalın Montaj (Lean Assembly): Yalın montaj, tam zamanında üretim tekniğine uygun olarak, hammaddenin üretim alanına zamanında ve üretime girmeye hazır halde teminini esas alan bir montaj tekniğidir. Bu şekilde çalışma sahasına gelen fazla malzemenin yaratacağı yer kayıpları ve malzemeye gelecek zarar en aza indirgenmiş olacaktır. Yalın montaj tekniğinde şantiyeye gelen malzeme, montaj sürecine hazırdır ve malzemenin şantiyeye temini sık ve küçük partiler halinde yapılmaktadır [20].

Kullanım: Geleneksel proje teslim sistemlerinde, yapım sürecini takiben ortaya çıkan kullanımla ilgili içerikler dikkate alınmamaktadır. Yalın proje teslim sisteminde ise, kullanımı da proje aşamalarına dâhil ederek müşteri odaklı bir proje teslim sistemi gerçekleştirmek esas alınmaktadır [21]. Yalın proje teslim sisteminin kullanım ayağında, müşteri kullanımı sürecinde ortaya çıkabilecek, 'teslimat, işletme ve bakım, değiştirme veya elden çıkarma' gibi aktiviteler için gerekli altyapı hazırlanmaktadır.

3.4.2 Son Planlayıcı Sistem Yaklaşımı (Last Planner System- LPS)

Üretim sistemlerindeki belirsizlikler, varyasyonlarda artışa, karmaşaya, israfa ve verimlilik oranlarında düşüşe sebep olmaktadır [9]. Bu bağlamda, üretim sistemlerinde varyasyonları azaltmak ve verimlilik oranlarını belli bir seviyede tutmak için kontrol sistemlerinin kullanımına gereksinim duyulmaktadır. Kitlesel üretime karşılık olarak ortaya konan yalın üretim ve Toyota tarzı üretim yaklaşımları, üretimde kalite bilincini de öne çıkarmıştır. Özellikle 2.Dünya Savaşı'ndan sonra Amerikalı istatistikçi W.Edwards Deming'in Japonya'daki kalite yönetimi ve istatistiki kalite kontrol çalışmaları, üretimde kalite kontrol bilincinin ön plana çıkmasını sağlamıştır. Kontrol kelimesi Türk Dil Kurumu'na göre 'denetleme, bir şeyin gerçeğe ve aslına uygunluğuna bakma' anlamlarına gelmektedir. Endüstri sektöründe kontrol kelimesi geri-bildirim ve ileri-besleme (feedback & feed forward) mekanizmalarının sürece dâhil edilmesini ifade etmektedir.

Geri bildirim veya geri besleme, mevcut durumun hedef çıktıları ile karşılaştırılmasını ifade ederken; ileri besleme, mevcut durumun hedef girdileri ile karşılaştırılmasını ifade eder.

Üretim kontrolünün ana prensipleri şu şekilde belirtilmektedir [46];

- Müşteri için yaratılan değere giden yolda, iş ekipleri arası teslim sürelerinin kontrolü sağlanır.
- Hangi işlerin zamanında tamamlandığı takip edilir.
- Proje sürecinde meydana gelebilecek belirsizliklere karşı detaylı planlama yapılmasını sağlanır, böylece tahmini süreler kısalır.
- Hatalı üretimin devamı yerine, ekibin tümüne hatanın çözümü için 'üretim hattını durdurma' yetkisi verilir.
- İşlerin yapılmasını engelleyebilecek kısıtlamaların kaldırılması ve bu kısıtlamalardan sorumlu kişilerin tespiti sağlanır. Böylece 'yapılması gerekli olan' işler 'yapılabilecek' işlere dönüştürülmüş olur.
- Hata ve problemlerin, gerçekleşmeden önce sistematik olarak tespit edilmesi sağlanır.
- Sürecin kontrol altında tutulması sağlanır.
- Görevlerde kalite unsurunun sağlanması esas alınır.
- Kalite standartlarına göre, günlük ve haftalık iş programlarının tamamlanması ile ilgili işbirliğine varılması sağlanır.
- İş tamamlanma süreleri ile ilgili gerçekçi ve güvenilir sözler verilmesi sağlanır.
- Mevut şartlar altında en iyi iş yükü ve kapasite uyumunun sağlanmasına yardımcı olur.
- 'Yapılabilecek' işler ile 'yapılması tamamlanan işler' arasında negatif yönde bir varyasyon olduğunda işin tamamlanmasını beklemek yerine, anında müdahale edilmesi sağlanır.

Last Planner sistemi, tam adıyla ‘Last Planner of Production Control’ sistemi Türkçe ’ye ‘Üretim Kontrolünde Son Planlayıcı Sistem’ olarak çevrilebilir. LPS, yalın inşaat tekniklerinden biri olup üretim kontrolünü sağlamak için kullanılmaktadır. Bir sonraki bölümde yalın inşaat yöntemlerinden önemli biri olan ve proje sürecinde üretim kontrolünü esas alan ‘Last Planner’ üretim kontrolü sistemi, sistemle ilgili kavramlar ve LPS aşamaları detaylı olarak incelenecektir.

BÖLÜM 4

LAST PLANNER (SON PLANLAYICI) ÜRETİM KONTROLÜ SİSTEMİ

Last Planner sistemin amacı, iş akışının güvenilirliğini sağlamak; bu sayede projenin zaman ve bütçe sınırları dışına çıkmadan, ürün verimliliğini arttırmak ve istenilen kaliteyi elde etmektir [47]. Yalın İnşaat Enstitüsü tarafından yapılan Last Planner sistem tanımı;

''LPS, proje sürecinde yapılması gerekli, yapılabilecek ve yapılan işler arasında bütünlüğün sağlanması için kullanılan iş birliğe dayalı ve taahhüt esaslı bir planlama tekniğidir.'' şeklindedir.

Last Planner sistemin ana prensipleri;

- Detaylı planlama yapılması,
- Planların tüm proje ekipleriyle işbirliği içinde hazırlanması,
- Kısıtlamaların ortaya çıkarılması ve kaldırılması,
- Proje ekiplerinin gerçekçi ve güvenilir taahhütlerde bulunması için ortam oluşturulması,
- Geçmiş hatalardan ders çıkarılması (learning) [48] şeklindedir.

Last Planner sistemde kontrol iki ana bileşen üzerinden yapılmaktadır. Bunlar; *üretim birimi kontrolü* ve *iş akışı kontrolü*dür.

Üretim birimi kontrolü için dikkat edilmesi gereken konular; görevlerin iyi tanımlanması, her bir görevin tamamlanacağı zaman aralıklarının doğru hesaplanması, doğru görev

miktarı seçilmesi, seçilen görevlerin gerçekçi ve güvenilir olup olmadığının kontrol edilmesidir.

Last Planner sisteminde üretim biriminin kontrolü 'Percent Plan Complete' (PPC) üzerinden yapılmaktadır. Percent Plan Complete, 'tamamlanan iş yüzdesi' anlamına gelmekte olup; oran olarak, bir üretim sürecinde tamamlanan işin tamamlanması beklenen işe bölünmesi ile elde edilmektedir.

İş akışı kontrolü, üretim birimleri arasında *tasarım akışı, tedarik, kurulum* gibi görevlerin kontrolünü kapsamaktadır.

Last Planner sistemde iş akışının kontrolü 'Look Ahead' planlar ile sağlanmaktadır. Türkçe 'ye 'İleriye Yönelik Planlama' olarak çevirebileceğimiz Look Ahead plan, LPS sürecinde işin tamamlanmasına 2-6 hafta kala yapılan ve işin tamamlanması için sorun yaratabilecek tüm engellerin kaldırılmasını sağlayacak 2-6 haftalık iş planlarıdır.

4.1 Last Planner Sistemi İle İlgili Kavramlar

Last Planner sistemi, proje sürecinin aşamalara bölünerek ve her aşamaya ait ayrı programlar hazırlanarak, üretimin kontrol edilmesini esas alan bir yalın inşaat yöntemidir. Bu bağlamda, Last Planner sistem aşamalarını incelemeden önce, bu aşamalarda yer alan bazı aktivite ve görevlerin tanımlanması uygun olacaktır.

4.1.1 İş Akışı (Work Flow)

İş akışı, bir işin tamamlanabilmesi için gerekli basamakların belirlenmesi ve bu basamakların bir diyagram veya kontrol listesi üzerinde görsel olarak belirtilmesini ifade etmektedir. Last planner sistem için iş akışının sürekliliği ve güvenilirliği oldukça önemlidir. Bu sayede, LPS kullanımı, iş akışının güvenilirliğini sağlayarak proje verimliliğini arttırmaya katkıda bulunmaktadır. LPS toplantılarında iş akışı basamakları ve yapılacak işler listesi renkli kâğıtlar yardımıyla bir pano üzerinde görselleştirilmektedir. Çekme sistemi planlamasıyla (pull planning), iş akışı şeması üzerinde tamamlanan iş basamaklarına / kalemlerine ait notlar panodan kaldırılır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 LPS toplantılarında iş kalemlerinin görselleştirilmesi

4.1.2 İş Kırılım Şeması (Work Breakdown Structure)

Work Breakdown Structure Türkçe'ye "iş kırılım yapısı" olarak çevrilmekte olup, proje yönetim sistemlerinde, işin yönetilebilir ve kontrol edilebilir daha küçük parçalara ayrılmasını ifade etmektedir. İş kırılım yapısı, projedeki bütçe ve zaman çerçevelerinin oluşturulmasına yardımcı olup, bütçe ve gerekli kaynakların, yönetim tarafından daha kolay kontrol edilebilmesini sağlamaktadır [49]. İş kırılım yapısı kısaca proje sürecinde hangi adımların hangi sırayla yapılacağını gösteren bir şema niteliğindedir.

Çizelge 4.1 örnek bir iş kırılım yapısı şemasını göstermektedir [50]. Şemaya göre, bir yakıt işletmesi projesi, konsept tasarım, tasarım, devlet tarafından sağlanan ekipmanlar, inşaat, proje yönetimi, sistem geliştirme, çalıştırma/ işletmeye alma, güvenlik ve çevresel önlemler bölümlerine ayrışmıştır.

4.1.3 İş Paketleri (Work Packages)

İş paketleri (work packages), iş kırılım yapısının son adımı ve en küçük birimi olan teslimatlar olarak düşünülebilir. İş paketleri genel olarak, sözleşme paketlerini ifade etmekte ve görevi üstlenecek takım elemanlarına sunulmaktadır. İş paketlerinde her bir iş kaleminin kimler tarafından ne kadar sürede gerçekleştirileceği hakkında iş-zaman çizelgeleri oluşturulmaktadır.

Çizelge 4.1 İş kırılım yapısına ait şema örneği [50]

1.0 FPR Projesi

1.1 Yakıt İşletme Süreci

1.1.1 Konsept Tasarım

1.1.1.1 Konsept tasarım

1.1.1.2 Kriter geliştirme & Konsept tasarım

1.1.2 Tasarım

1.1.2.1 Nihai tasarım

1.1.2.2 CADD danışmanlığı

1.1.2.3 İnşaat Sürecinde Mühendislik Desteği

1.1.3 Devlet Destekli Ekipmanlar

1.1.3.1 İnşaat hazırlığı

1.1.3.2 Kurulum

1.1.3.3 İşleme & Servis sistemleri & Ekipmanlar

1.1.3.4 Kalite kontrol

1.1.4 İnşaat

1.1.4.1 İnşaat hazırlığı

1.1.4.2 İnşaat

1.1.4.3 İşleme & Servis sistemleri & Ekipmanlar

1.1.4.4 İnşaat denetleme

1.1.4.5 İnşaat yönetimi

1.1.4.6 İnşaa edilebilirlik incelemesi

1.1.5 Proje Yönetimi

1.1.5.1 Proje kontrol

1.1.5.2 Kayıt yönetimi

1.1.5.3 Destek hizmetleri

1.1.5.4 Mühendislik

1.1.6 Sistem Geliştirme

1.1.6.1 Süreç geliştirme

1.1.6.2 Tasarım desteği

1.1.6.3 Bilgisayar Kontrol sistemleri geliştirme

1.1.7 İşletmeye Alma

1.1.7.1 Hazırlık testi

1.1.7.2 Performans testi

1.1.7.3 Bakım testi

1.1.8 Güvenlik & Çevre

1.1.8.1 Çevresel değerlendirme

1.1.8.2 Güvenlik analizi raporu

1.1.8.3 Risk değerlendirmesi

1.1.8.4 Belge koordinasyonu

1.1.8.5 Tehlikeli atıklar

1.2 Sıvı Atık Arıtma & Boşaltım

1.2.1 İnşaat

1.2.2 Devlet Destekli Malzemeler

1.2.3 İnşaat Denetleme

1.2.3 Proje Yönetimi

1.2.3 Tasarım

4.1.4 Plan Tamamlanma Yüzdesi (Percent Plan Complete)

Plan tamamlanma yüzdesi (PPC), yapılması planlanan ve tamamlanan aktivitelerin, yapılması planlanan toplam aktivite sayısına bölünmesiyle elde edilen sayısal orandır. Kısacası yapılan aktivitelerin (DID activities), yapılması planlanan (WILL activities) aktivitelere bölünmesiyle elde edilen yüzde değeridir [51]. LPS uygulamalarında, haftalık toplantılarda bir önceki haftaya ait PPC değerleri hesaplanmakta ve bu değerlerde herhangi bir düşüş varsa, tamamlanamayan işler ve bu işlerin tamamlanmasına engel olan sebepler (reasons for failure) irdelenmektedir. Bu sayede gelecek işler için performans geliştirmesi sağlanabilmektedir. Bu bağlamda PPC oranlarının hesaplanması ve takip edilmesi proje verimliliğinin arttırılması açısından, önemli bir üretim kontrol aracıdır. LPS sisteminde amaç, PPC oranlarını %100'e en yakın ve olabilecek en iyi seviyede tutmaktır.

Üretim sürecinde, PPC oranlarındaki düşüş veya tamamlanamayan işlerin birçok sebebi olabilmektedir. Ballard'a göre bu sebeplerden bazıları [47] :

- Son planlayıcıya verilen yanlış direktif ve bilgiler (ön koşullu işlerin ön koşullarının sağlanmadığı halde sağlandığı bilgisinin verilmesi gibi) ,
- Kalite kıstasının görevlere uygulanmasındaki eksikler,
- Ortak kullanılan kaynakların koordinasyonundaki hatalar,
- İşlerle ilgili önceliklerin değişmesi,
- Tamamlanması planlanan işte son süreçte fark edilen tasarım veya imalat hatalarıdır.

4.2 Last Planner Sistem Aşamaları

Tasarım ve inşaat işlerinde, planlama ve kontrolün, süreç boyunca bir organizasyondaki farklı bölümlerden farklı kişiler tarafından yapılması gerekmektedir. Organizasyonlardaki planlama sürecinde, küresel hedeflere, bu hedeflerin gerçekleşmesini önleyebilecek kısıtlamalara odaklanmak ve bu bağlamda gerekli önlemleri almak önemlidir. Projede, yakın süreçte yapılacak fiziksel işler 'görev' (assignment) olarak tanımlanmaktadır. Bu görevleri belirleyen kişi veya gruplar ***'son planlayıcı'*** (Last Planner) olarak

adlandırılmaktadır [9]. Yapım şantiyelerinde son planlayıcılar genelde formenler olmaktadır.

Last Planner sisteminde 4 tip plan kullanılmaktadır. Bunlar; Ana Program (Master Schedule), Aşama Programı (Phase schedule), İleriye Yönelik Planlama (Look Ahead Plan) ve Haftalık İş Programları (Weekly Work Plan)' dır.

4.2.1 Ana Program (Master Schedule)

Ana program, projenin başından sonuna kadar tüm süreçleri kapsayan programdır [46]. Ana programda, projenin dönüm noktaları ve kilit tarihler belirlenmektedir. Ana programda, projenin tüm evrelerinin başlangıç ve bitiş süreleri detaylara girmeden belirlenmektedir. Örneğin bir inşaatta; kaba işlerin, ince işlerin, cephe işlerinin başlama ve bitiş tarihleri, ana programda yer almaktadır. Ana programın hazırlanması ile bir projenin tamamlanabilmesi için 'yapılması gereken aktiviteler' (SHOULD activities) belirlenmiş olmaktadır.

4.2.2 Aşama Programı (Phase Schedule)

Aşama programı, ana programdan türetilmektedir ve aşama programında, ana programdaki aktiviteler detaylı bir şekilde bölümlere ayrılmaktadır. Örneğin ana programda kaba işler kalemi altında yer alan, döşeme betonlarının dökülmesi, duvar imalatı gibi kalemler veya ana programda ince işler kalemi altında yer alan sıva, boya, tesisat, doğramaların takılması gibi iş kalemlerinin başlangıç ve bitiş tarihlerinin belirlenmesi, aşama programı dâhilinde planlanmaktadır. Projeye dâhil olan alt yüklenicilerin birbirlerine iş teslim etme tarihleri (hands-off) de bu programlarda belirlenmektedir. Örneğin bir konut şantiyesinde kaba inşaatı biten blokların cephe firmasına teslim ediliş tarihi aşama programında belirlenmektedir. Kısaca aşama programı dâhilinde projenin tamamlanması için 'yapılabilecek aktiviteler' (CAN activities) programlanmaktadır.

4.2.3 İleriye Yönelik Planlama (Look Ahead Plan)

LPS yönteminde, planlama hiyerarşisi içinde 'iş akışı kontrolü', ileriye yönelik planlama (Look Ahead plan) ile sağlanmaktadır. İleriye yönelik planlama, mevcut zamandan 2-6

hafta sonrasına kadar gerçekleşecek aktiviteleri kapsamaktadır. Bu süreçte 2 ile 6 hafta arasında değişen süreçleri kapsayacak şekilde hazırlanan ileriye yönelik planlar ile gelecek iş kalemleri ve bu işlerin yapılmasının önündeki engeller belirlenmektedir. Bu iş kalemlerinin yapılmasının önündeki engeller 'kısıtlama analizleri' (constraint analysis) yardımı ile belirlenmekte ve ortadan kaldırılmaktadır. Ön koşullu işler var ise bu işlerin ön koşullarının tamamlanması sağlanarak işler yapılmaya hazır hale getirilmektedir. İleriye yönelik planlar yardımıyla 'yapılabilecek' aktiviteler, yapıma hazır hale getirilmekte ve 'yapılacak aktivitelere' (WILL activities) dönüştürülmektedir.

Çizelge 4.2' de Last planner sistemine ait ***'yapıma hazırlama'*** (Make-Ready) aşamasıyla ilgili bir kayıt formu örneği görülmektedir. Yapıma hazırlama çizelgesinde, projenin o aşamasında yapılacak işlerle ilgili görev tanımları, görevlerin başlama ve bitiş süreleri, görevlerin tamamlanmasından sorumlu personeller belirtilmektedir. Ayrıca çizelgede işin tamamlanması ile ilgili sorun teşkil edebilecek, bilgi, kaynaklar (işçi, çalışma alanı, malzeme vb. gibi) ve hava koşulları gibi önceden tahmin edilemeyecek sebepler ile ilgili sütunlar bulunmaktadır. Bu sütunlarda yer alan herhangi bir faktörün işin yapılmasına engel teşkil etmesi durumunda, bu faktör çizelge üzerinde işaretlenmektedir.

Çizelge 4.2 Yapıma hazırlama çizelgesi örneği [51]

Yapıma hazırlama: Toplantı		Şirket:												
Proje Adı:		Yönetici:												
Aşama:		Hazırlayan:												
Alan:		Hazırlanma tarihi:												
Referans	Görev tanımı	Program başlangıç tarihi	Sorumlu ekip	**Bilgi**				**Ön koşullar**		**Kaynak**				**Notlar**
				Sözleşme	Tasarım	Bilgi talebi	Yöntemler	Hava koşulları	Görevler	Tesis	İşgücü	Alan	Malzeme	
1														
2														
3														

Ballard'a göre ileriye yönelik planlamanın ana fonksiyonları aşağıdaki gibidir [6]:

- İş akış aralığını, sırasını ve sınıflandırmasını biçimlendirir.
- İş akışı ve kapasiteyi eşitler.
- Ana program aktivitelerini, iş paketleri olarak bölümlere ayırır.
- İşlerin tamamlanması için detaylı yöntemler geliştirir.
- Yapıma hazır iş yığını oluşumunu sağlar.
- Yüksek kademe programların gerektiğinde güncellenmesine ve revize edilmesine yardım eder.

Çizelge 4.3, ileriye yönelik planlama sürecinde hazırlanan 'kısıtlama analizleri' ne (constraint analysis) ait bir kısıtlama tutanağını göstermektedir [52]. Bu tutanağa göre, kısıtlamanın ismi, aktivite adı, kısıtlamadan etkilenen aktivite, kısıtlama tanımı, kısıtlamanın tanımlanma tarihi, kısıtlamanın çözümüyle ilgili sorumlu hangi ekipten ise, kısıtlamayı ortadan kaldırmakla ilgili verdiği tarih vb. bilgiler yer almaktadır. Bu detaylı bilgiler ile işlerin yapımına engel olabilecek tüm kısıtlamalar net olarak ortaya konabilmekte ve sorumlular, kısıtlamaların çözümü ile ilgili sorumluluk üstlenmek durumunda kalmaktadırlar. Yapım projelerinde kısıtlamalarla karşılaşılabilecek konulardan bazıları; sözleşmeyle ilgili hükümler, tasarım (tasarım değişiklikleri, bilgi eksiklikleri vb.), malzemeler, iş makinaları, ön koşullu işler, çalıma alanındaki düzensizlikler ve uygunsuzluklar, donanım, işgücü vb.dir.

Çizelge 4.3 Kısıtlama tutanağı örneği [52]

Kısıtlama Tutanağı				Revizyon tarihi:						
Proje adı:										
Aşama:										
Sorumlu kişi:										
Kısıtlama no	Aktvite no	Kısıtlamadan etkilenen	Kısıtlama tanımı	Müşteri	Yönetici	Uygulayıcı	Müşteri tarafından tanımlanma	Müşterinin talep tarihi	Uygulayıcının taahhüt tarihi	Müşteri kabul tarihi
1										
2										
3										
4										

4.2.4 Haftalık İş Programları (Weekly Work Planning-WWP)

Last Planner sistemde, ileriye yönelik planlardan bir sonraki aşama haftalık iş programlarıdır. İleriye yönelik planlar yardımıyla kısıtlamalardan arındırılan ve yapılmaya hazır hale getirilen aktiviteler, haftalık iş programlarında yerini almaktadır. Last Planner sistemde her hafta veya iki haftada bir olmak üzere, Last planner toplantıları yapılmaktadır. Bu toplantılara genelde mühendisler, mimarlar, şantiye şefleri, proje müdürleri, yükleniciler ve alt yüklenici yetkilileri, genel müdürler olmak üzere proje sürecine dâhil olan tüm aktörler katılmaktadır. LPS toplantılarının gündem konuları;

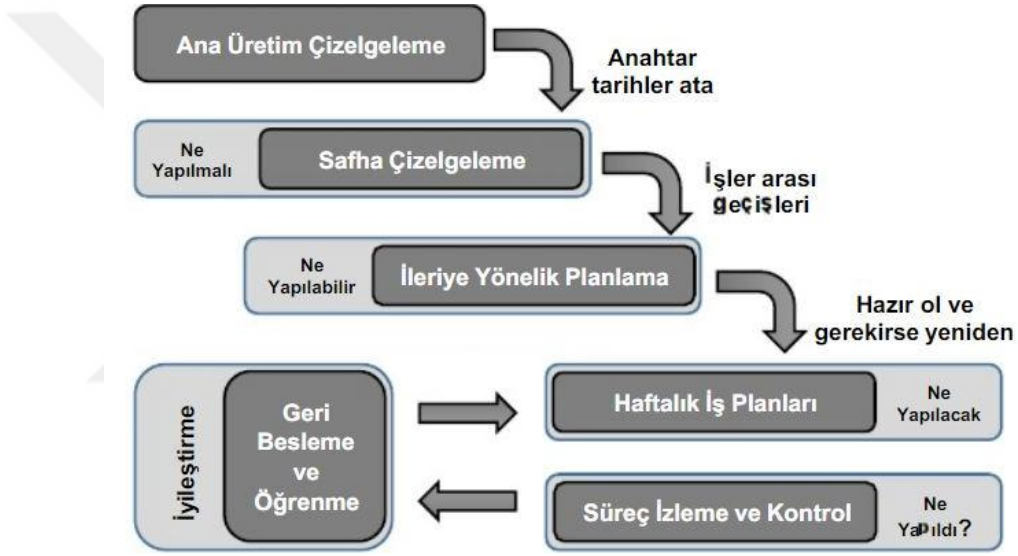
- O hafta yapılacak olan işlerle ilgili olarak haftalık programlar (WWP)
- Geçmiş hafta yapılması tamamlanan işler ile yapılması planlanan işler arasındaki 'plan tamamlanma yüzdeleri' (PPC oranları) şeklindedir.

Yapılması tamamlanan işler (DID activies) ile yapılması planlanan işler arasındaki oran, projenin verimliliği hakkında bilgi vermektedir. PPC oranlarında olumsuz bir varyasyon fark edildiğinde, tamamlanamayan işlerin nedenleri (reasons for non completion) tartışılır ve bu nedenlerin sorumlusu olan gruplar toplantı esnasında belirlendiği için, LPS sistemi projeyle ilgili sorumluların, sorumluluk üstlenmeleri konusunda da olumlu yönde etki göstermektedir.

Yapım şantiyelerinde PPC oranlarının düşmesine ve işlerin tamamlanamamasına sebep olacak birçok faktör bulunmakla birlikte bunlardan en önemlileri;

- Son planlayıcıya (last planner) verilen yanlış bilgi ve direktifler (ön koşullu işlerin ön koşulunun tamamlanmamasına rağmen, tamamlanmış olduğu bilgisinin verilmesi gibi) ,
- Görevlerde kalite olgusu üzerinde durulmaması, çok fazla işin tek planda hazırlanması,
- Ortak kullanılan kaynakların koordine edilmemesi (bilgisayar, yazıcı vb. gibi) ,
- Görevlerin önem sıralarının değişmesi,
- Yapılmaya hazır olan bir aktivitede temel bir hata veya tasarım hatası olduğunun fark edilmesi [6] şeklindedir.

Şekil 4.2, LPS yönteminde yukarda bahsedilen süreç aşamalarını göstermektedir [54]. Görüldüğü üzere planlama detayları, ana programdan haftalık programa doğru gittikçe artmaktadır. Ana program ve aşama programlarında belirlenen 'yapılması gereken' (should) aktiviteler, ileriye yönelik planlar aracılığı ile 'yapılabilecek' aktivitelere dönüştürülmektedir. İleriye yönelik planlardan bir sonraki aşama olan ve yakın zamanda (sonraki hafta) yapılacak işlerin taahhüt edildiği haftalık planlar, Last planner sistemin en son aşamasıdır. Haftalık planların tartışıldığı Last planner toplantılarında da aynı zamanda bir önceki haftaya ait PPC oranları kontrol edilip, varsa gerekli müdahaleler yapılmaktadır. Bu şekilde yapım sürecinde 'hatalardan ders çıkarma ve öğrenme' (learning) yaklaşımı geliştirilmektedir.



Şekil 4.2 Last Planner sistem planlama aşamaları [53]

Last Planner sistemi Amerika başta olmak üzere, İngiltere, Finlandiya, Brezilya, Şili, Avustralya gibi ülkelerde sağlık tesisleri, ürün geliştirme, yazılım mühendisliği, inşaat, petrol ve gaz geliştirmeciliği, hava taşımacılığı ve gemi inşaatı gibi birçok farklı alanda uygulamalı olarak kullanılmaktadır. Mossman'ın 2013 yılındaki raporuna göre; inşaat firmalarının Last planner sistemini, bir üretim ve planlama kontrolü yöntemi olarak kullanma sebepleri şu şekilde açıklanmıştır:

- Proje teslimlerinin daha hızlı, daha az bütçeyle ve daha güvenli bir şekilde yapılabiliyor olması,
- Güvenilebilir iş programları oluşturuyor olması,

- Proje yönetim ekibi üzerindeki stresi azaltıyor olması,
- Tüm üretim sürecinin gelişimine katkıda bulunuyor olması,
- Projelerin müşteriye tam zamanında teslim edilmesini sağlıyor olması ve bekleme sürelerini kısaltması,
- Alt yüklenici, yüklenici ve projedeki diğer ekipler arası ilişkileri güçlendirmesi,
- Projelerde değer yaratımına katkıda bulunuyor olması,
- Proje verimliliği ile ilgili kötü giden durumlarda ekibin durumdan anında haberdar olabiliyor olması,
- Karar verme mekanizmasını sadece üst kademe yöneticilere değil tüm proje ekibine dağıtıyor olması,
- TFV teorisini destekliyor olması [51].

Last Planner sistemin uygulama alanları, proje sürecine katkıları ve olumlu yönleri, yapım projelerinde Last planner sistem kullanımının önündeki engeller ve Last Planner sistemin eksik yönleri gibi konular akademide LPS konusunda yapılmış çalışmalarda sıkça yer almaktadır. Araştırmanın yöntem kısmında, bu konular bir meta analizi çerçevesinde, hem nitel hem de nicel olarak detaylıca incelenecektir.

BÖLÜM 5

METODOLOJİ

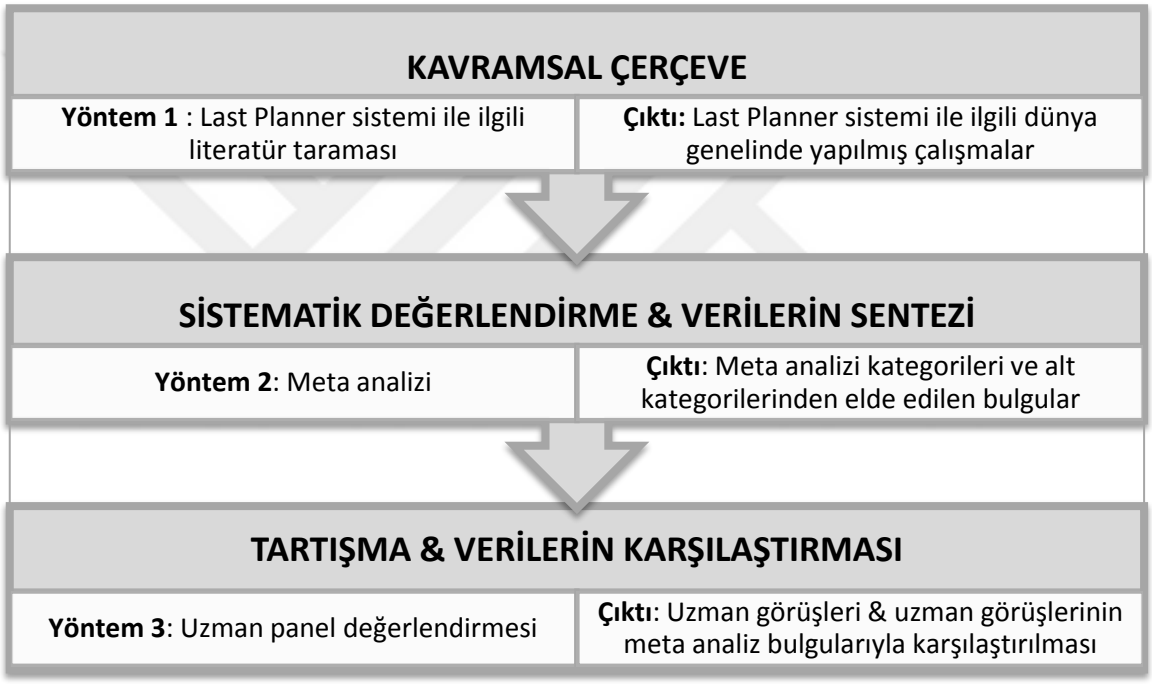
5.1 Araştırmanın Yöntemi

Last Planner sistemi, yapım sürecinde üretimin kontrolünü sağlayan, proje aktörleri arası doğru ve güvenilir bilgi paylaşımı sayesinde iş akışının da sürekliliğini ve güvenilirliğini arttıran ve bu sayede projede zaman, maliyet ve kalitedeki kayıpların ve israfların engellenmesine yardımcı olan bir yalın inşaat yöntemidir. Bu olumlu katkılarına rağmen bu sistemin Türkiye'de hem inşaat uygulamaları hem de akademik çalışmalar konusunda örneklerinin olmayışı bu tezin çıkış noktasını oluşturmuştur. Tezin amacı önceki bölümlerde de belirtildiği gibi Türk inşaat sektöründe yalınlık bilinci ve LPS gibi alternatif bir yalın inşaat yönteminin kullanımı konusunda farkındalık yaratmak ve sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliğini irdelemektir. Tezin bu amaçlarına ulaşması için, üç aşamalı bir yöntem kullanılmıştır. Kullanılan bu metodolojiye ait diyagram Çizelge 5.1' de gösterilmiştir.

İlk aşamada, konuyla ilgili verileri toplamak adına, dünya genelinde yapılmış çalışmalara ait *'literatür araştırması'* yapılmıştır. İkinci aşamada, birbirinden farklı birçok araştırmadan anlamlı sonuçlar çıkarabilmek için etkin bir yöntem olan *'meta analizi'* yöntem olarak kullanılmıştır. LPS tekniği, meta analizi yöntemiyle belirlenen kapsam ve çerçeve doğrultusunda; sistemin kullanım alanları, odak noktaları, faydaları, kullanımı önündeki engeller, aktörler arası ilişkilere etkileri gibi birçok farklı başlık altında analiz edilmiştir. Bir sonraki aşamada ise, meta analiz bulguları yardımıyla hazırlanan sorular üzerinden, Türk inşaat sektöründeki uzmanlar ile derinlemesine görüşmeler şeklinde

yapılan '*uzman panel değerlendirmesi'* yöntemi kullanılmıştır. Bu görüşmeler yardımıyla, Türk inşaat sektöründeki uzmanların; hem sektördeki üretim ve süreç planlamaları uygulamaları hakkında bilgi toplanmış, hem de LPS yöntemi kullanımı konusundaki algılarını değerlendirmek adına görüşleri alınmıştır. Böylece yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner sistemi hem nicel hem de nitel olarak analiz edilmiştir. Araştırmanın sonuç bölümünde ise meta analizi ve uzman panel görüşlerinden elde edilen bulgular karşılaştırılarak, sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Çizelge 5.1 Metodoloji diyagramı



Bölüm 5.2' de meta analizine ait tanımlamalar ile birlikte, LPS sistemine yönelik yapılan meta analizi çalışmasının amacı, kullanılan sınıflandırma sistemi, meta analizinin kapsamı ve yöntemi açıklanacaktır. Meta analizi sınıflandırması sonucu çıkarılan kategoriler ve alt kategoriler üzerinden meta analizi sonuç değerlendirmeleri yapılacaktır.

Bölüm 5.3' te ise meta analizi sonuç değerlendirmelerine göre, Türkiye'de yalın inşaat yöntemleri ve LPS yöntemi kullanımına yönelik yapım şantiyesi uzmanlarından alınan uzman görüşleri 'uzman panel' yöntemiyle değerlendirilecektir.

5.2 Last Planner Sistem Yaklaşımları Üzerine Meta Analizi

Tez çalışmasının bu bölümünde ilk olarak, yalın inşaat yöntemlerinden biri olan 'Last Planner Sistem' yaklaşımlarını konu alan akademik çalışmalar, meta analizi yöntemiyle değerlendirilecektir.

Önceki bölümde teorik bağlamını irdelemek amacıyla kullanılan literatür, bu bölümde çeşitli ölçütler kullanılarak genişletilmiş ve meta analizinin örneklem kümesini oluşturacak, 77 bildiri ve 21 makale olmak üzere toplam 98 adet araştırma incelenmiştir.

5.2.1 Meta Analizi Çalışmasının Amaç, Kapsam ve Yöntemi

Günümüzde, gelişen teknolojinin de etkisiyle belli bir konuda yapılmış çalışmalara ulaşmak kolaylaşmıştır. Fakat herhangi bir konuda birbirinden bağımsız olarak yapılan çok sayıda çalışmadan anlamlı sonuçlar çıkarabilmek çoğu zaman kolay olmamaktadır. Araştırmalardan elde edilen ve araştırmacının bireysel yorumlarını da içeren bilgi yığınları çoğu zaman kafa karıştırıcı olabilmektedir. Bu noktada 'meta analiz' yönteminin kullanımı, araştırma bulgularından anlamlı sonuçlar çıkarabilme konusunda etkili olmaktadır. Meta analiz yöntemi, literatürde ilk defa Glass tarafından uygulanmıştır [54]. Glass meta analizini ''analizlerin analizi'' olarak tanımlamıştır. Glass'a göre meta analizi, ''*sayıca çok olan bireysel çalışmalardan anlamlı bir sonuç çıkarabilmek için yapılan istatistiki analizlerdir*'' [54].

Çarkungöz ve Ediz'e göre meta analizi; ''ilişkili fakat bağımsız çalışma sonuçlarının niceliksel gözden geçirilmesi ve sentezi'' olarak tanımlanabilmektedir [55]. Meta analiz yönteminde sonuçların niceliksel olarak analiz edilmesi, bu yöntemi klasik literatür tarama yöntemlerinden ayırmaktadır.

Meta analizi yöntemiyle yapılmış en önemli çalışmalardan biri, Betts ve Lansley tarafından 1993 yılında yapılan ''Construction Management of Economics: A Review of the First Ten Years'' adlı araştırmadır [56]. Betts ve Lansley bu çalışmasında *''Construction Management and Economics''* dergisinin yayımlanmaya başladığı tarihten itibaren geçirdiği ilk 10 yıllık süreçte, dergide yayımlanan makalelerin kapsamlarına ait bir meta sınıflandırma çalışması yapmışlardır. Betts ve Lansley'in bu çalışmalarında kullandıkları meta sınıflandırma yöntemi, bu tez için de kaynak olarak kullanılmıştır.

Betts ve Lansley'in bu çalışmasında meta analizi, iki boyut çerçevesinde oluşturulmuştur. Bu boyutlardan ilki **'içerik'** (content), ikincisi ise **'biçim'** (style)dir.

Bu tez için kaynak olarak kullanılan bir diğer meta analiz çalışması da İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Anabilim Dalı'ndan Fatma Pelin Serin tarafından 2016 yılında yazılan ''Yapım Projelerinde Tasarım Yönetimi Konu Alanına Yönelik Meta Analizi'' adlı tezdir [57]. Bu tezde de, Betts ve Lansley'in meta analiz çerçevesinden uyarlanan ve 'Genel bilgiler, içerik, yöntem, yazar bilgisi ve araştırma sonuçları' şeklinde 5 ana kategoriden oluşan bir meta analiz sınıflandırma çerçevesi kullanılmıştır.

Bu tez için yöntem olarak 'meta analizi' kullanılmasının amaçlarını şu şekilde özetleyebiliriz;

- Türk inşaat sektörü için çalışılmamış ve yeni bir konu olan 'Yalın İnşaat ve Last Planner Üretim Kontrolü' sistemi hakkında, dünyanın farklı ülkelerinde yapılmış çalışma örnekleri üzerinden hem içerik hem de biçim analizleri yaparak, sonraki çalışmalar için faydalı olabilecek çıkarımlarda bulunmak,
- Oluşturulan meta analizi çerçevesindeki kategorilere göre sistemin odak noktaları, faydaları, olumsuz yönleri, katkıları vb. gibi konular üzerinden sistemin can alıcı noktalarını ortaya koymak,
- Yapılan meta analiz çıkarımları üzerinden sistemin Türk inşaat endüstrisi açısından uygulanabilirliği üzerine bir değerlendirmede bulunmak.

Bu tez çalışması kapsamında; LPS yöntemi ile ilgili araştırmalara hakemli dergiler, bildiriler, tezler, teknik raporlar gibi birçok yazılı kaynak üzerinden ulaşılmıştır. Çalışmanın kapsamı doğrultusunda, konuyla ilgili uzmanlar tarafından yazılmış rapor ve tezler araştırmanın literatür değerlendirmesi kısmında kaynak olarak kullanılmıştır.

Meta analizi yöntemi için, 'LAST PLANNER SYSTEM' anahtar kelimesi Yıldız Teknik Üniversitesi ağından erişim sağlanabilen ASCE, TAYLOR&FRANCIS, SPRINGER veri tabanları üzerinden aratılmıştır. Bu veri tabanlarının seçilmesinin nedeni inşaat sektörünün farklı alanlarında yapılmış, önemli bilimsel araştırmalara ve bu araştırmaların bulgularına dayanan makalelere yer vermeleri, dolayısıyla bu alandaki güncel gelişmeleri yansıtmalarıdır.

Arama yapılırken söz konusu veri tabanlarında yer alan uluslararası hakemli dergilerde 2010-2018 yılları arasında yayımlanmış makalelere öncelik verilmiştir. Bu kapsamda hakemli dergilerde yayımlanmış 21 adet makaleye ulaşılmıştır. Meta analiz kapsamında bu sayı yeterli görülmemiş ve ‘’Last Planner’’ anahtar kelimesi üzerinden IGLC (International Group of Lean Construction) web sayfasında arama yapılmıştır. IGLC konferansları için hazırlanmış bildiri sayıları incelendiğinde, IGLC konferanslarında konunun sıkça yer aldığı görülüp, konuyla ilgili 160 adet bildiriye ulaşılmıştır. Bildiriler için zaman aralığı daraltılıp 2010-2018 yılları arası yayımlanmış bildiriler meta analizi kapsamına dâhil edilmiştir. Bu kapsam doğrultusunda meta analizi için toplamda 21 adet makale ve 77 adet bildiri incelenmiştir.

Meta analiz çalışmasında yöntem olarak Betts ve Lansley’in meta sınıflandırma çerçevesi kullanılmıştır [56]. Meta analizi sınıflandırmasına tabi tutulan araştırmalar 4 ana başlık altında incelenmiştir (Çizelge 5.2).

- İçerik boyutu başlığı altında, tanımlayıcı bilgiler ve bağlam kategorileri bulunmaktadır.
- Biçim boyutu başlığı altında, şekil/ girdi-çıktı ve amaç sonuç ilişkisi kategorileri bulunmaktadır.

Araştırmanın sonraki bölümünde, yukarda açıklanan meta analizi sınıflandırma çerçevesi doğrultusunda, her bir kategoriye ve alt kategoriye ait veri analizleri yapılacaktır.

Çizelge 5.2 Meta analizi sınıflandırma çerçevesi

	KATEGORİLER	ALT KATEGORİLER	FAKTÖRLER
İÇERİK	TANIMLAYICI BİLGİLER	Yazar Bilgisi	Yazarların İsimleri
		Yayın Yılı	
		Çalışmanın Yayınlandığı Ülke	Çalışmanın Yapıldığı Ülke & Çalışmanın Yapıldığı Kurumun Bulunduğu Ülke
		Yayın Türü	Makale, Bildiri
		Veritabanı	ASCE, Taylor&Francis, Springer,
		Anahtar Kelimeler	Last planner system, Lean construction…
	BAĞLAM	Konu	LPS uygulamaları, Last planner sistem faydaları, Lps kullanımı önündeki engeller, …
		Amaç & Odak Noktası	
		Sektör & Proje Türleri	Konut yapıları, Sağlık yapıları, Endüstriyel projeler, Kamusal projeler, Altyapı projeleri
		İlişkili Konular	BIM, CPM, Konum tabanlı yönetim sistemleri (LBMS), Eylem dili perspektifi (LAP), Sosyal ağ analizleri (SNA), …
		İlgili Kişiler	Mal sahibi, Genel yüklenici, Alt yükleniciler, Mimarlar, Mühendisler, Teknik ekipler…
BİÇİM	ŞEKİL / GİRDİ-ÇIKTI	Veri toplama tekniği	Vaka analizi, Anket, Röportaj, Gözlem
		Araştırmanın yöntemi	Literatür analizi, Delphi yöntemi, Odak grup çalışması, Eylem araştırması
		Katkılar	Genel değerlendirme, Kavramsal model, Karma model, …
	AMAÇ- SONUÇ İLİŞKİSİ	Engeller & Zorluklar	Ekstra maliyetler, Değişime direnç, Bilgi eksikliği, Deneyim eksikliği, …
		Bulgular	
		Gelecek çalışma önerileri	

5.2.2 Meta Analiz Çerçevesine Göre İçerik Boyutu Analizleri

Kurgulanan meta analiz sınıflandırma çerçevesine göre içerik boyutu altında ‘’*tanımlayıcı bilgiler’’* ve ‘’*bağlam*” kategorileri incelenecektir.

5.2.2.1 Tanımlayıcı Bilgiler Kategorisi Analizleri

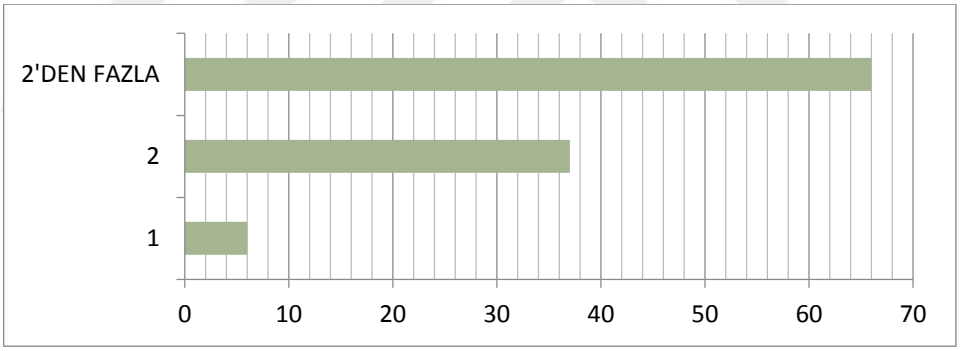
Tanımlayıcı bilgiler kategorisi altında çalışmalara ait yazar bilgisi, yayınlanma tarihi, araştırmanın yayınlandığı ülke, yayın tipi, yayına ulaşılan veri tabanı ve araştırmanın anahtar kelimeleri gibi alt kategoriler incelenecektir.

Meta analizi kapsamında incelenen 98 adet araştırma;

- 21 tanesi 2010-2018 yılları arasında hakemli dergilerde yayınlanmış 'LPS' konulu makaleler,
- 77 tanesi Uluslararası Yalın İnşaat Grubu konferanslarında '2010-2018' yılları arasında yer alan LPS konulu bildirilerden oluşmaktadır.

Araştırmalar en az 1 olmak üzere, birden fazla yazar tarafından hazırlanmıştır. Araştırmalar yazar sayılarına göre sıralandığında aşağıdaki grafik elde edilmiştir (Çizelge 5.3).

Çizelge 5. 3 Yazar sayılarına göre sıralama



Çizelgeye göre 98 adet araştırmanın,

- 65 tanesi 2'den fazla yazar tarafından,
- 30 tanesi 2 yazar tarafından,
- 3 tanesi tek yazar tarafından yazılmıştır.

LPS konusunda yazılmış 98 adet araştırmanın yazar bilgileri incelendiğinde, LPS konusunda birden fazla araştırmaya dâhil olan yazarlar Çizelge 5.4' te gösterilmiştir. Çizelgede ayrıca yazarların bağlı bulunduğu üniversite, ülke ve fakülte bilgileri verilmiştir.

Çizelge 5.4 LPS konusunda en çok araştırma yapan yazarlar ve araştırma sayıları

Yazar Adı	Araştırma Sayısı	Ülke	Araştırmanın Yapıldığı Kurum	Fakülte / Alan
Luis F. Alarcón	12	Şili	Pontificia Katolik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği
Farook R. Hamzeh	8	Lübnan	Beyrut Amerikan Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği
Lauri Koskela	7	İngiltere	Salford Üniversitesi	Yapılı Çevre Fakültesi
Vicente A. González	6	Yeni Zelanda	Auckland Üniversitesi	
Christine L. Pasquire	5	İngiltere	Nottingham Trent Üniversitei	Mimarlık ve Yapılı Çevre
Sigmund Aslesen	4	Finlandiya		Geliştirme Mühendisi
Søren Wandahl	4	Danimarka	Aarhus Üniversitesi	Mühendislik Fakültesi
Zofia R. Rybkowski	4	ABD	Teksas A&M Üniversitesi	İnşaat Bilimi ve Mimarlık
José L. Salvatierra	4	Şili	Santiago Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği
Vitaly Priven	4	İsrail	İsrail Teknik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği ve İnşaat Yönetimi
Rafael Sacks	4	İsrail	İsrail Teknik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği ve İnşaat Yönetimi
Daiel D. Viana	4	Brezilya	Rio Grande de Sul Üniversitesi	Yapı İnovasyon Araştırmaları
Carlos T. Formoso	4	Brezilya	Rio Grande de Sul Üniversitesi	Yapı İnovasyon Araştırmaları
Glenn Ballard	3	İngiltere	Berkeley Üniversitesi	Proje Üretim Sistemleri
Søren Lindhard	3	Danimarka	Aalborg Üniversitesi	Mekanik ve Üretim Mühendisliği
Omar Zegarra	3	Şili	Pontificia Katolik Üniversitesi	İnşaat Yönetimi
Anssi Koskenvesa	3	Finlandiya	Tampere Teknik Üniversitesi	Yapılı Çevre Fakültesi
Min Liu	3	Kuzey Karolina	Kuzey Karolina Eyaletler Üniversitesi	İnşaat ve Çevre Mühendisliği
Simon Hsiang	3	Kuzey Karolina	Kuzey Karolina Eyaletler Üniversitesi	İnşaat ve Çevre Mühendisliği
Olli Seppänen	3	Finlandiya	Aalto Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği
Bhargav Dave	3	Finlandiya	Aalto Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği
Tito Castillo	2	Şili	Pontificia Katolik Üniversitesi	İnşaat Mühendisliği ve İnşaat Yönetimi
Ankit Bhatla	2	ABD	Teksas A&M Üniversitesi	İnşaat ve Çevre Mühendisliği
Iris D. Tommelein	2	ABD	Kaliforniya Üniversitesi	İnşaat ve Çevre Mühendisliği
Vishal Porwal	2	ABD	Teksas A&M Üniversitesi	İnşaat Bilimi
Francisco Orozco	2	Meksika	Panemerican Üniversitesi	Mühendislik Fakültesi
Bolivar Senior	2	ABD	Kolarado Eyalet Üniversitesi	İnşaat Yönetimi

Çizelgeye göre, LPS konusunda en çok araştırma *Louis F. Alarcon* tarafından yapılmıştır. Alarcon'u sırasıyla, *Farook L. Hamzeh, Lauri Koskela ve Vicente A. Gonzalez* takip etmektedir. Araştırmanın yapıldığı üniversite ve fakülte bilgileri incelendiğinde, araştırmaların en çok Şili, Amerika Birleşik Devletleri, Finlandiya ve İngiltere'de yapıldığı görülmektedir.

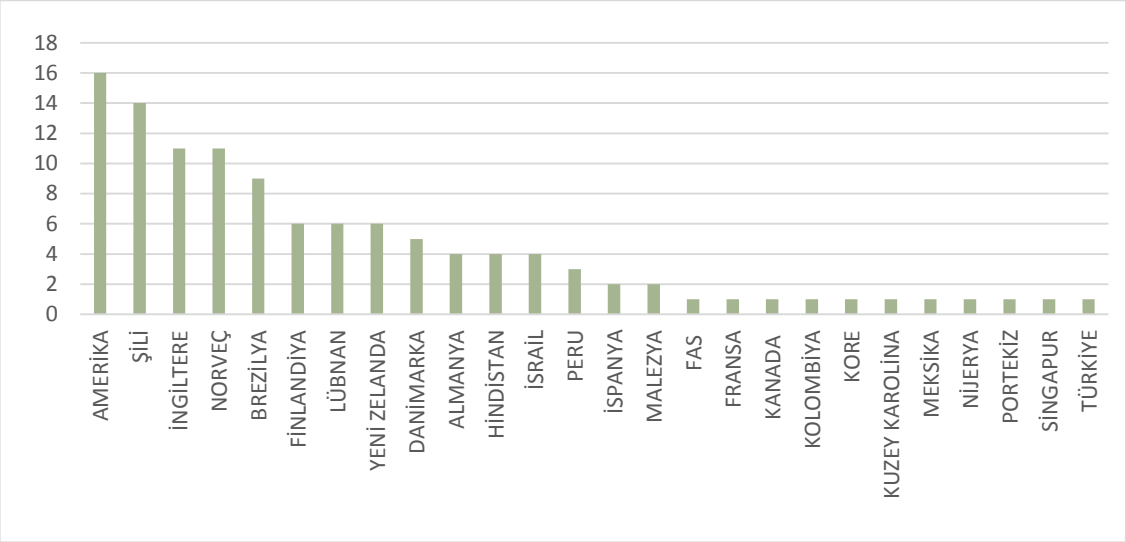
LPS konulu araştırmacıların başında gelen L. Alarcon aynı zamanda Şili Santiago'da kurulan ''GEPUC'' (Üretim Yönetiminde Mükemmellik Merkezi) grubunun başkanıdır. Bu merkez, 2000 yılında Şili'deki 12 inşaat firmasıyla ortak bir araştırma programı olarak faaliyetlerine başlamıştır. Daha sonra ''Şili Pontificia Katolik Üniversitesi'' tarafından tanınan merkez, daha iyi üretim yönetimi uygulamalarının ortaya çıkmasını hızlandırma ve uygulamalı araştırmalar yapma faaliyetlerine devam ederek, akademisyenleri ve inşaat firmalarını bir çatı altında toplamaktadır. GEPUC merkezinin başlıca araştırma alanları yalın inşaat, yalın üretim, yalın proje teslimi, Last Planner sistem, Görsel Tasarım Yönetimi (Virtual Design Management) ve Bina Bilgi Modellemesi (BIM)'dir. Bu merkez Şili'nin sayılan bu alanlarda uluslararası normda akademik çalışmalara referans teşkil etmesi açısından önemli bir değere sahiptir.

LPS konulu araştırmaların yapıldığı fakülte ve bölüm bilgileri incelendiğinde, araştırmaların genellikle 'İnşaat ve çevre mühendisliği, Yapılı Çevre (Built Environment) bölümü, İnşaat Yönetimi ve Mimarlık' bölümlerinde yapıldığı görülmektedir.

98 adet makale ve bildiri, araştırmaların yapıldığı akademinin bulunduğu ülkelere göre incelendiğinde aşağıdaki çizelge elde edilmiştir (Çizelge 5.5).

Çizelgeye göre, LPS konusunda en çok araştırmanın yapıldığı ülke Amerika'dır. Şili, İngiltere ve Norveç Amerika'dan sonra LPS konusunda en çok araştırma yapılan diğer ülkelerdir. Brezilya, Danimarka ve Finlandiya, Lübnan ve Yeni Zelanda da akademik alanda LPS konusuna ağırlık veren diğer ülkeler arasındadır.

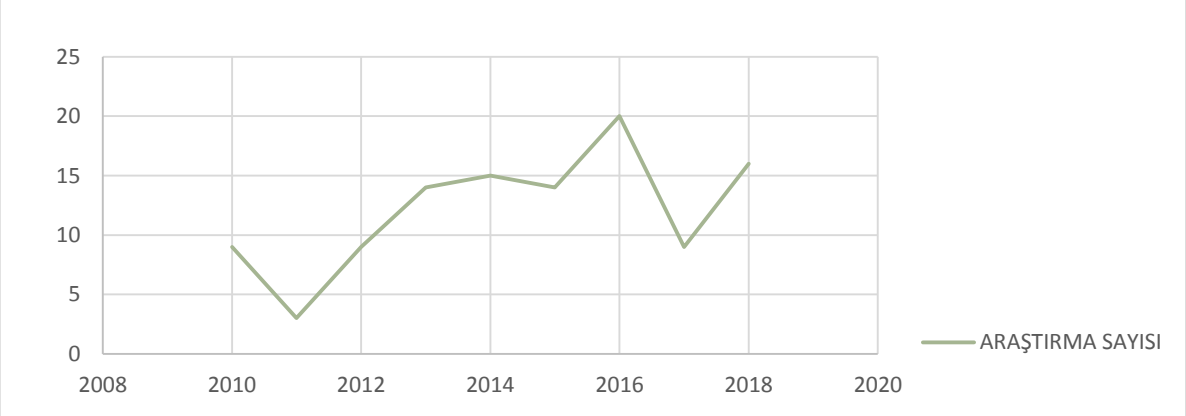
Çizelge 5.5 LPS konulu araştırmaların ülkelere göre sıralaması



LPS konusunda yapılmış araştırmalar, araştırmanın yapıldığı tarihlere göre sıralandığında Çizelge 5.6 elde edilmiştir.

Çizelgeye göre, LPS konusuyla ilgili yapılmış çalışma sayıları, 2011 yılından itibaren düzenli artış göstermektedir. 2013 yılından itibaren her yıl en az 10 adet 'LPS' konulu çalışma yapılmıştır. 2017 yılında araştırma sayısında bir düşüş yaşansa da, 2018 yılından itibaren, araştırma sayıları tekrar artışa geçmiştir.

Çizelge 5.6 LPS konulu araştırmaların yıllara göre sıralaması



Meta analizi kapsamında incelenen bildiriler ve uluslararası dergilerde yayınlanan makaleler, yayınlandıkları dergilere göre incelendiğinde aşağıdaki çizelge elde edilmiştir (Çizelge 5.7).

Çizelgeye göre araştırmalar en çok ‘’Production Planning and Control’’ dergisinde yayınlanmıştır. Production Planning and Control dergisinde yayınlanan 16 araştırmadan 14’ü IGLC konferansları için hazırlanan bildirilerden oluşmaktadır. Meta analizi kapsamında incelenen makalelerin en çok yayınlandığı dergi ise ‘’Journal of Construction Engineering and Management’’ isimli dergidir. Analiz kapsamındaki 21 makalenin 9’u bu dergide yayınlanmıştır. Dergide son yıllarda artış gösteren yalın inşaat, Last Planner sistem ve inşaat sektöründe üretim kontrolü konuları sıkça yer almaktadır.

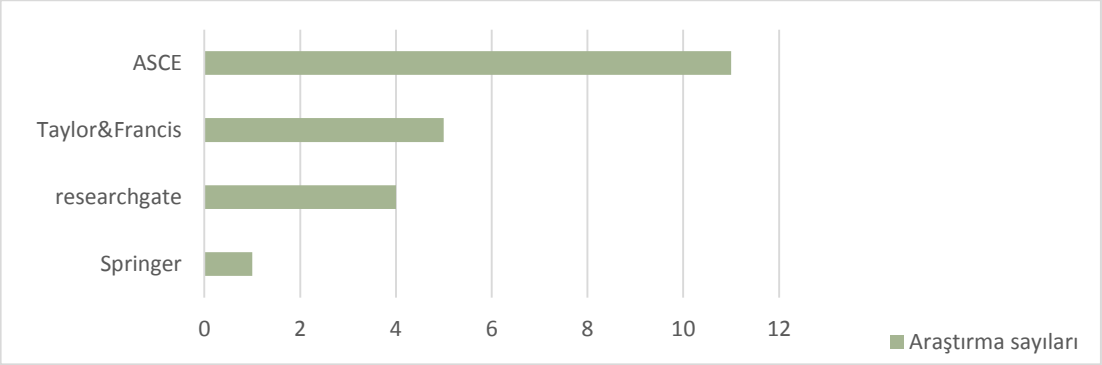
Çizelge 5.7 LPS konulu araştırmaların yayınladıkları dergilere göre sıralaması



IGLC konferanslarında yer alan bildirilerin sıklıkla yayınladığı bir diğer dergi ise ‘’People Culture and Change’’ isimli dergidir. Last Planner sistem, inşaat sektöründe inşaat aktörleri (yükleniciler, alt yükleniciler, teknik ekipler) arası koordinasyon ve işbirliğini esas aldığı için bu aktörler arası ilişkileri inceleyen çalışmalar dergide yer almıştır. Konferanslardaki bildirilerden 5’i, People Culture and Change dergisinde yayınlanmıştır.

Meta analiz kapsamında incelenen araştırmalardan IGLC konferansları için yayınlanan bildirilere IGLC web tabanı üzerinden erişilmiştir. Analiz kapsamındaki diğer çalışmalara (makaleler) erişilen veri tabanları sıralaması aşağıdaki çizelgede gösterilmiştir (Çizelge 5.8).

Çizelge 5.8 LPS konulu çalışmalara erişim sağlanan veri tabanları sıralaması

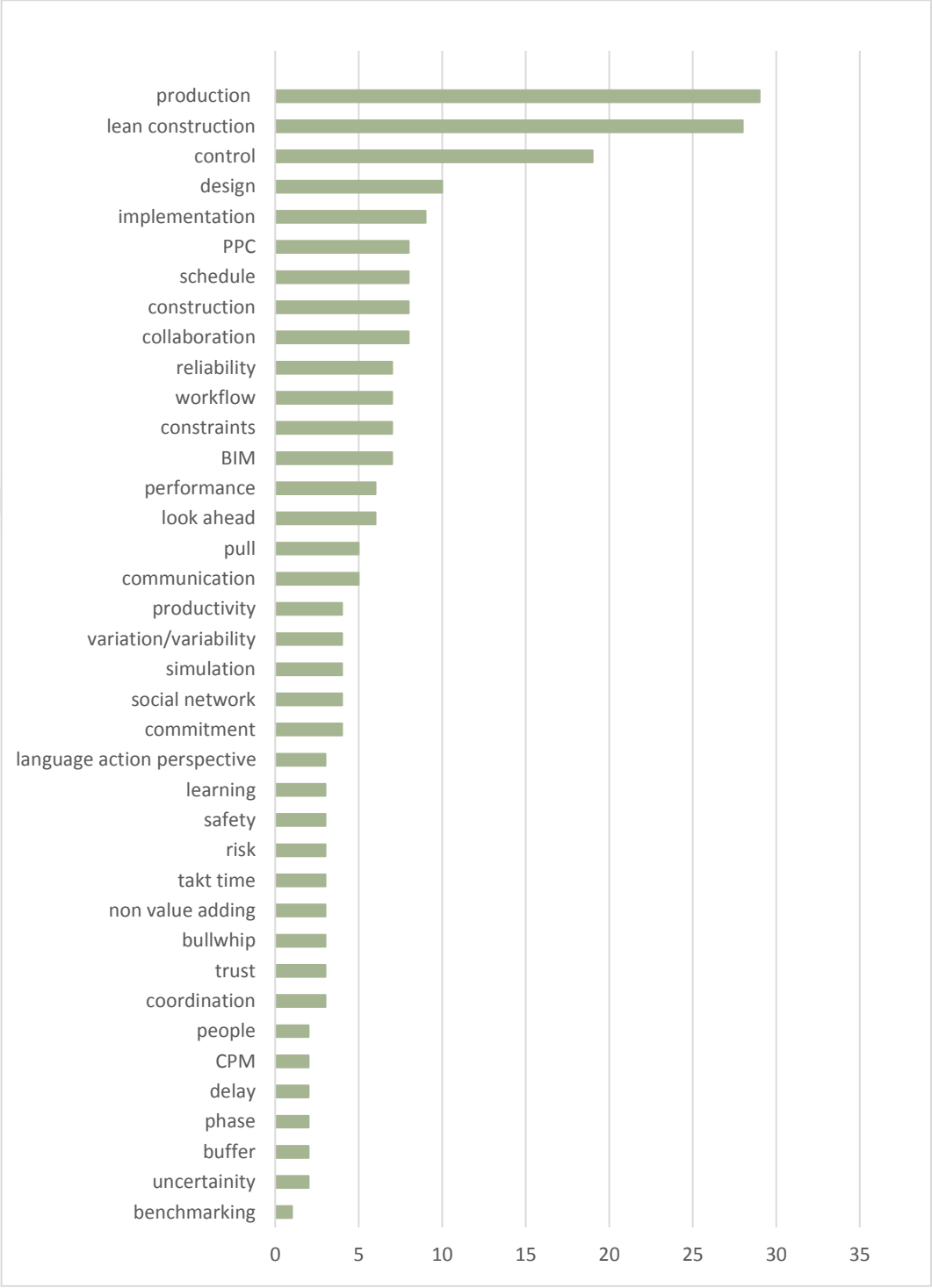


Makalelere erişim en fazla ‘’ASCE’’ (American Society of Civil Engineers) veri tabanı üzerinden sağlanmıştır. 21 adet makaleden 11’ine ASCE veri tabanı üzerinden ulaşılmıştır. LPS konulu araştırmaların en sık yapıldığı ülke Amerika Birleşik Devletleri olduğu için ASCE veri tabanı üzerinden yalın inşaat ve Last planner sistem konulu çalışmalara ulaşmak mümkündür. Araştırma kapsamındaki diğer makalelerden 5 tanesine ‘’Taylor&Francis’’, 1 tanesine ‘’Springer’’ veritabanları üzerinden erişilmiştir. Diğer 4 makaleye ise ‘’researchgate’’ web sayfası üzerinden ulaşılmıştır.

Meta analiz kapsamındaki çalışmalar ‘’Last Planner’’ anahtar kelimesi üzerinden aratılmıştır. Bu nedenle anahtar kelimeler analizinde ‘’last planner’’ terimi kapsam dışı bırakılmıştır. Çalışmalarda ‘last planner’ anahtar kelimesi dışında en sık kullanılan anahtar kelimeler ve kullanım sıklıkları incelendiğinde aşağıdaki çizelge elde edilmiştir (Çizelge 5.9).

Çizelgeye göre araştırmalarda en sık kullanılan anahtar kelimeler; ‘lean construction (yalın inşaat), production (üretim), control (kontrol), design (tasarım) ve implementation (uygulama) dır. Çalışmalarda yer alan diğer anahtar kelimelerden bazıları LPS sistemiyle ilişkilendirilen kavramlardan; PPC (percent plan complete), collaboration (işbirliği), workflow (iş akışı), reliability (güvenilirlik), Look ahead (ileriye bakış), constraints (kısıtlamalar) vb.’dir.

Çizelge 5.9 LPS konulu çalışmalarda yer alan anahtar kelimeler sıralaması



5.2.2.2 Bağlam Kategorisi Analizleri

Bağlam kategorisi altında çalışmalara ait *konu, odak noktası ve amaç, sektör bilgisi, ilişkili konular ve ilgili kişiler* alt kategorileri incelenecektir.

Konu, Amaç ve Odak Noktası Analizleri

98 adet çalışmada incelenen konular ve odak noktaları şu başlıklar altında toplanmıştır:

- Mevcut LPS uygulamaları ve bu uygulamaların yapım sürecine etkilerini inceleyen çalışmalar,
- LPS kullanımının proje sürecine faydalarını inceleyen çalışmalar,
- LPS kullanımının proje aktörleri ve bu aktörler arası sosyal etkileşimlere ve iletişime etkisini inceleyen çalışmalar,
- LPS kullanımının önündeki kısıtlama ve engelleri inceleyen çalışmalar,
- LPS kullanımının faydalarını ve kullanımı önündeki engelleri karşılaştıran çalışmalar,
- LPS yöntemi ile farklı bir planlama ve kontrol sisteminin birlikte kullanımını inceleyen çalışmalar,
- LPS uygulamaları ve geleneksel planlama yöntemlerini karşılaştıran çalışmalar,
- Projelerdeki gecikmeler, olumsuz varyasyonlar ve tamamlanamayan işlerin nedenlerini inceleyen araştırmalar,
- LPS uygulamalarının güvenlik yönetimi (security management) ile ilişkisini inceleyen çalışmalar.

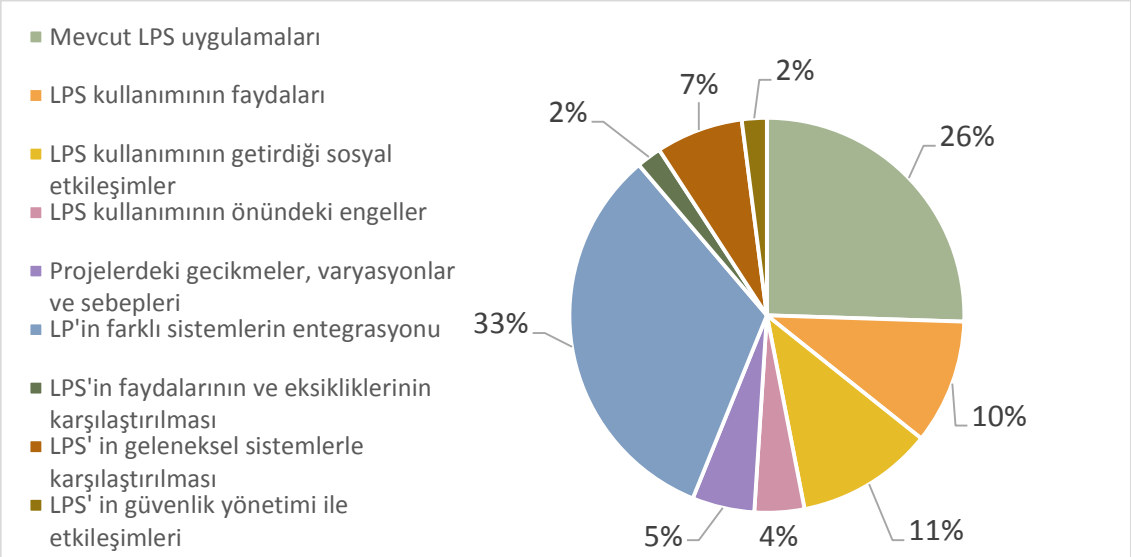
Çizelge 5.10, Last Planner sistem üzerine meta analiz kapsamındaki 98 çalışmanın, yukarıda belirtilen konu başlıklarına ait dağılımlarını göstermektedir.

Çizelgeye göre, çalışmalarda en sık yer alan konu, '*Last planner sistemin farklı planlama ve kontrol sistemleri ile birlikte kullanımı ve bunun proje sürecine katkıları'*dır. 98 adet çalışmanın 32'si bu konu üzerinedir.

Çalışmalara konu olan diğer odak noktaları sırasıyla, 'Mevcut LPS uygulamaları (25 çalışma), LPS kullanımının proje aktörleri arası ilişkiler ve sosyal etkileşimler üzerine etkileri (11 çalışma), LPS kullanımının proje sürecine faydaları (10 çalışma), LPS'nin geleneksel sistemlerle karşılaştırılması (7 çalışma), Projelerdeki gecikmeler, varyasyonlar ve sebepleri (5 çalışma), LPS kullanımı önündeki engeller (4 çalışma), LPS uygulamasının

faydaları ve eksikliklerinin karşılaştırılması (2 çalışma) ve LPS ile güvenlik yönetimi arasındaki etkileşimler (2 çalışma) şeklindedir.

Çizelge 5.10 LPS ile ilgili çalışmalarda yer alan konu dağılımları

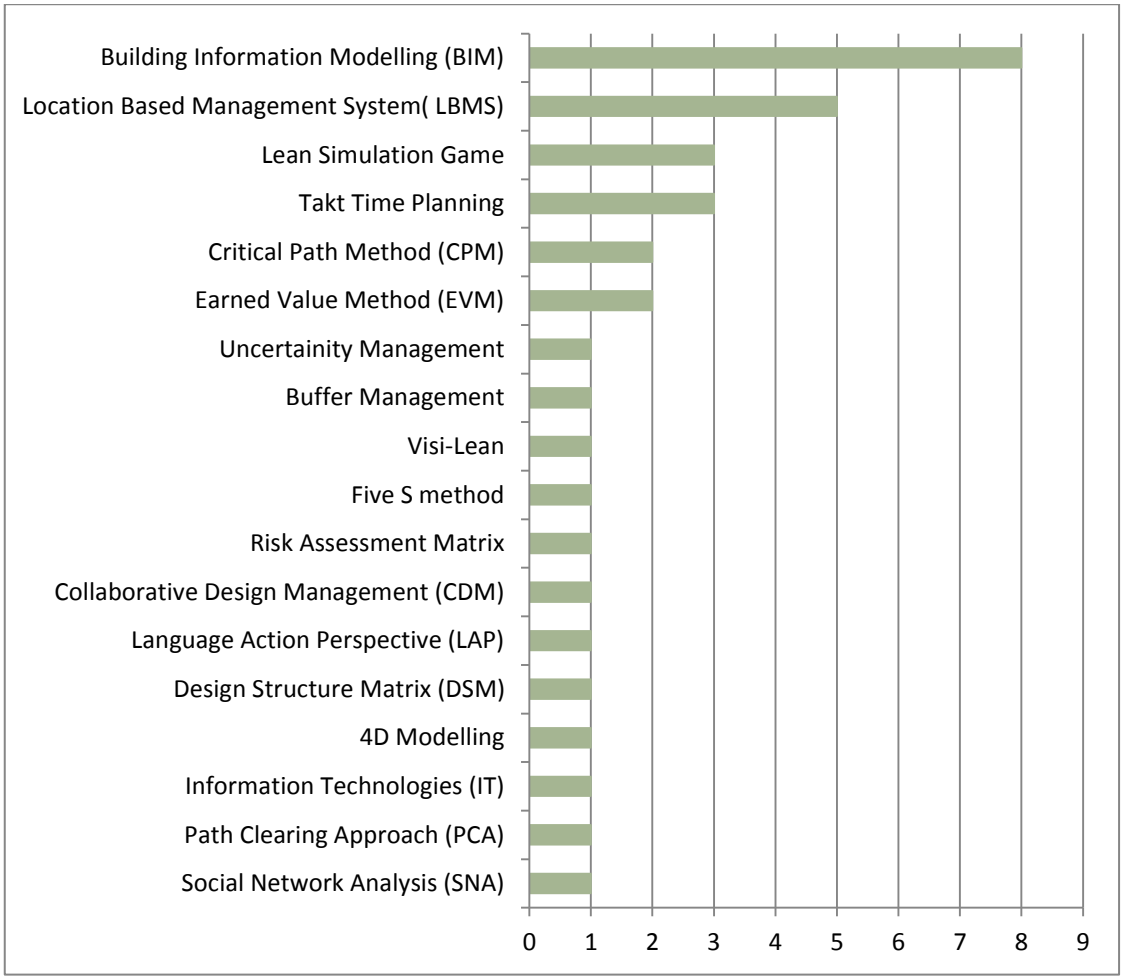


Last Planner sistemin farklı sistemlerle birlikte kullanımını inceleyen çalışmalar

Çalışmalarda en sık yer alan konu 'LPS sisteminin farklı sistemler ile bütünleşik kullanımı' olduğu için, bu konuda araştırma yapan yazarları ve LPS yönteminin en çok hangi sistemler ile ilişkilendirildiğini incelemek faydalı olacaktır. Çizelge 5.11, akademik çalışmalarda LPS' nin en sık hangi sistemler ile ilişkilendirildiğini göstermektedir.

Analiz sonuçlarına göre Last Planner sistemin tek başına ve kısmi uygulanmasının projelerde yeterli görülmediği ve farklı sistemlerle birlikte desteklenmesinin projenin maliyet, süre, kalite, bilginin doğru paylaşımı ve güvenilirliği gibi konularda artı değer sağlayacağı sıkça belirtilmiştir. Bu bağlamda, çalışmalarda LPS ile birlikte kullanımının en etkili görüldüğü sistemlerden biri 'Bina bilgi modelleme' (Building Information Modelling- BIM) sistemidir. Analiz kapsamındaki LPS sisteminin farklı sistemlerle bütünleşik kullanımını inceleyen 32 çalışmadan 8'inde LPS sisteminin bina bilgi modelleme sistemi ile birlikte kullanımı üzerinde durulmuştur. Last Planner sistem toplantılarında, alt yükleniciler ve proje paydaşları tarafından taahhüt edilen iş bitirme süreleri ve yapım şantiyesinde bitimi gerçekleşmiş iş kalemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesi ve görselleştirilmesi, LPS uygulamasının daha etkili bir şekilde kullanımını sağlayacak bir sistem olarak görülmektedir.

Çizelge 5.11 LPS ile entegre kullanılan sistemler sıralaması



Analiz sonuçlarına göre Last Planner sistemle birlikte kullanımının etkili görüldüğü bir diğer sistem ise 'Konum tabanlı yönetim' (Location Based Management System- LBMS) sistemidir. Konum tabanlı yönetim sistemi son yıllarda özellikle Amerika'da gelişim gösteren, kökeni Empire State binasına kadar giden ve projelerin tamamlanma süresini kısaltan bir proje planlama ve kontrol sistemidir. Konum tabanlı yönetimde, iş akışı konum tabanlı olarak tanımlanmakta ve her bir proje grubunun hangi konumda ne kadar işi kaldığı ve bu işi tamamlaması için ne kadar süre gerektiği takip edilmektedir [58]. Fakat konum tabanlı yönetim, projelerde iş kalemlerinin gerçekleştirilmesi önündeki kısıtlamalara odaklanmamaktadır. Bu bağlamda LPS yöntemi ve ileriye yönelik planlar ile kısıtlamaların analizi ve ortadan kaldırılması sağlanmaktadır. Bu şekilde iki sistemin birlikte kullanımı projenin zaman, maliyet ve kalite açısından daha başarılı olabilmesi için daha etkili olacaktır [59]. Analiz kapsamındaki LPS yönteminin farklı sistemlerle

bütünleşik kullanımını inceleyen 32 çalışmadan 5'inde LPS yönteminin konum tabanlı yönetim sistemi ile birlikte kullanımı üzerinde durulmuştur.

Last Planner sistemle birlikte kullanımı üzerinde durulan diğer sistemler, 'Yalın benzetim sistemleri ' (LEBSCO), Takt zamanı planlaması (Takt-time planning), Kritik Hat Yöntemi (Critical Path Method) ve Kazanılmış Değer Yönetimi (Earned Value Management) sistemleridir.

Yalın benzetim modelleri (lean simulation games): Projelerde paydaşların yalın kavramları daha iyi kavrayabilmesi ve özellikle daha önce yalın inşaat uygulaması veya Last Planner sistem deneyimi olmayan kurumlar için, sistem kavramlarının öğrenilmesini ve deneyimlenmesini sağlayan araçlardır.

Takt zamanı planlaması: Bir üretimdeki üretime harcanan süre ile o süre için müşteriden talep edilen değerin bölünmesiyle elde edilen sayısal değerdir. Yalın üretim sistemlerinde her bir sürecin takt zamanı değerleri ölçülür ve takt zamanı belirli aralıklarla gözden geçilir.

Kritik Yol Yöntemi (Critical Path Method- CPM): Du Pont ve Sperry Rand şirketinde çalışan araştırmacılar tarafından 1950'li yıllarda keşfedilmiş bir proje yönetimi yöntemidir. Kritik yol yöntemi karmaşık inşaat projelerinde aktivitelerin süresine bağlı olarak sürecin planlaması için kullanılan, aktivite tabanlı bir çizelgeleme yöntemdir [53]. CPM tekniğindeki önemli bir kıstas aktivite şemalarının çizimidir. Bu aktivite şemalarıyla her bir aktivitenin ne kadar sürede tamamlanacağı ve hangi aktivitelerin birbiriyle bağlantılı olduğu gösterilmektedir. Bu sayede her aktivitenin en erken ve en geç başlama ve bitiş tarihleri belirlenmekte ve süreç içindeki 'kritik aktiviteler' tahlil edilebilmektedir.

Kazanılmış Değer Yönetimi (Earned Value Management System): Proje gelişimini ve verimliliğini ölçmeye yarayan bir proje kontrol yöntemidir [60]. EVMS yönteminde, önce iş kırılım şemaları (work breakdown structure – WBS) oluşturulmakta, ardından 'kazanç planı' çıkarılmaktadır. Son olarak kazanç planı ve tamamlanan iş miktarının karşılaştırılmasıyla projenin gelişimi kontrol edilmektedir [61]. Bu sayede, EVMS yöntemi, projenin bütçe ve zaman programı gelişiminin takip edilebildiği etkili bir sistem olarak görülmektedir.

Last Planner sistemin proje sürecine faydalarını inceleyen çalışmalar

Analiz dâhilinde incelenen çalışmalardaki bir diğer önemli odak noktası Last Planner sistem uygulamasının proje sürecine faydalarıdır. Çalışmalar arasında, LPS kullanımının proje sürecine katkılarını inceleyen yazarlar ve çalışmalarında üzerinde durdukları faydalar Çizelge 5.12' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.12 LPS kullanımının faydalarını inceleyen yazarlar ve çalışmaları

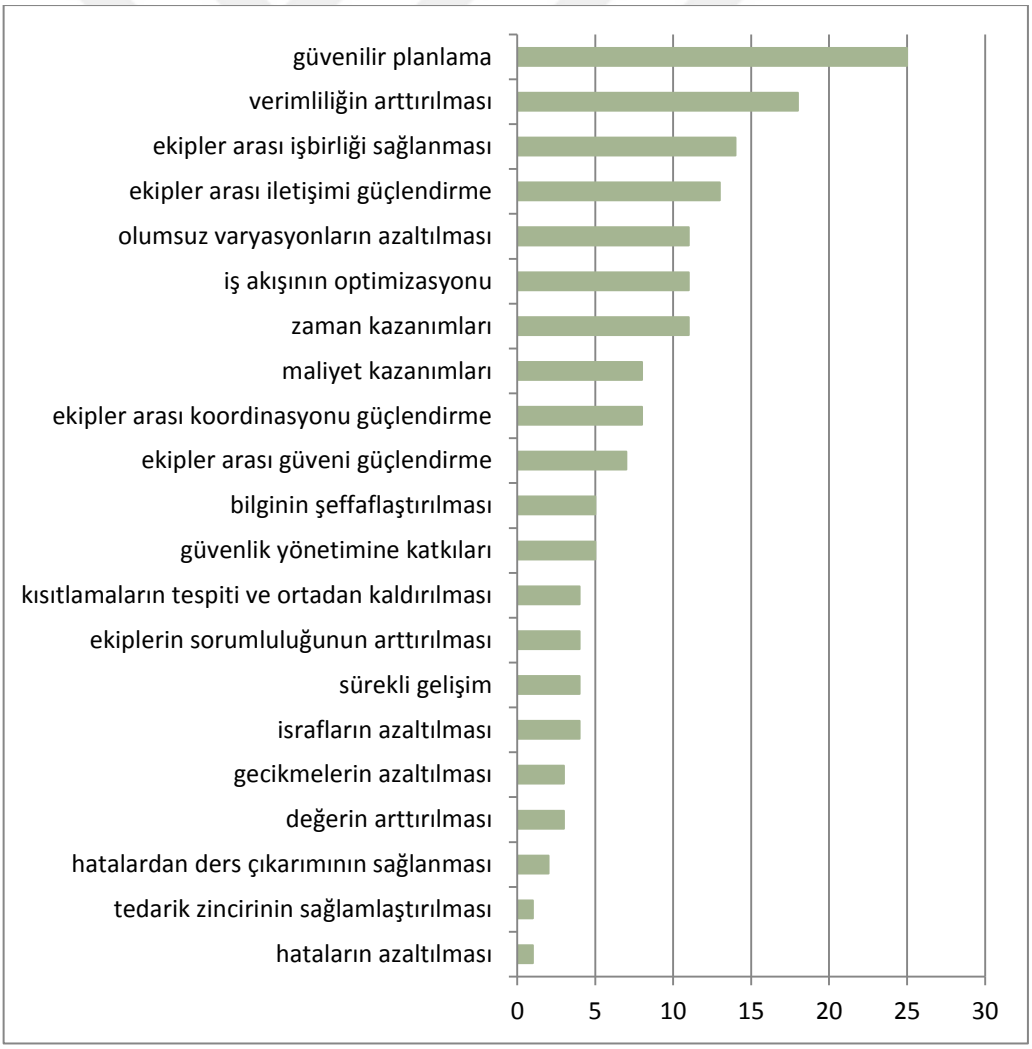
Çalışmanın Adı	Yazarlar	LPS kullanımının getirdiği faydalar
Case Studies of the Allocation and Reduction of Time Buffer through Use of the Last Planner System	Russell ve diğerleri, 2015	Tampon sürelerinin kısaltılması, güvenli planlama, iletişim işbirliği ve güven gelişimi, bütçe kazanımları
How Can Tasks Made Ready During Lookahead Planning Impact Reliable Workflow And Project Duration	Hamzeh ve diğerleri, 2015	İş akışının optimizasyonu, iş planlarının güvenirliğinin arttırılması, proje süresinin kısaltılması
Using Last Planner Indicators to Identify Early Signs of Project Performance	Alarcon ve diğerleri, 2014	İş akışı güvenilirliğinin arttırılması, varyasyonların azaltılması
Last Planner System_ Implementation, Evaluation and Comparison of Results in the Construction of a Social Housing Project in Chile	Arroyo ve Valladares, 2016	Zaman ve bütçe kazanımları, iş güvenliği sağlanması, son kullanıcı ve mal sahibi memnuniyeti
ISO and Lean Can Contribute to a Culture of Continuous Improvement	Gomez ve Hamid, 2018	Hata ve israfların azaltılması, verimliliğin arttırılması, sürekli gelişim, işbirlikçi planlama, geliştirilmiş iletişim ve koordinasyon, hatalardan ders çıkarma
Quantifying Impacts Of Last Planner Implementation In Industrial Mining Projects	Leal ve Alarcon, 2010	Planlama güvenilirliği, verimliliğin arttırılması, güvenlik
Applying Lean Techniques to Improve Performance in the Finishing Phase of a Residential Building	Murguia ve diğerleri, 2016	iş akışının optimizasyonu, işbirlikçi çalışma, ekipler arası sosyal ağların güçlendirilmesi

Çizelge 5.12 LPS kullanımının faydalarını inceleyen yazarlar ve çalışmaları (Devamı)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	LPS kullanımının getirdiği faydalar
A Relook at Plan Reliability Measurements in Lean Construction and New Metrics From Digitized Practical Implementation	Nguyen ve Waikar, 2018	Proje güvenilirliği ve performansın arttırılması, PPC oranlarının yükseltilmesi, varyasyonların azaltılması
Last Planner System_ Implementation and Evaluation With Focus on the Phase Schedule	Ribeiro ve Costa, 2018	Bilgi şeffaflığının arttırılması, işbirlikçi çalışma ortamı oluşturulması, alt yüklenici sorumluluğunun arttırılması

Analiz kapsamındaki çalışmalarda belirtilen faydalar, araştırmalarda yer alma sıklığına göre sıralandığında aşağıdaki grafik elde edilmiştir (Çizelge 5.13).

Çizelge 5.13 LPS kullanımının proje sürecine faydaları sıralaması



Çizelgede görüldüğü üzere; LPS kullanımının proje sürecine faydalarından en önemlisi 'güvenilir planlama' (reliable planning) sağlanmasıdır. LPS yaklaşımında, ileriye yönelik planlar yardımı ile projelerdeki iş kalemlerinin yapılmasına engel teşkil edebilecek kısıtlamalar belirlenmekte ve ortadan kaldırılmaktadır. Aynı zamanda planlama sürecine ve haftalık toplantılara, projeye dâhil olan tüm ekiplerden yetkililer katıldığı için, ekip yetkilileri yapacakları işleri tamamlama süreleri ile ilgili olarak daha gerçekçi taahhütte bulunmaktadırlar. PPC oranlarının kontrolü ve tamamlanamayan işlerin tespiti ile işlerin tamamlanmasına engel teşkil eden durumlar ve kişiler belirlendiği için, ekipler daha çok sorumluluk yüklenme eğiliminde olmaktadırlar. Bu sayede, projede daha gerçekçi planlar sağlanmış ve iş planlarının güvenilirliği arttırılmış olmaktadır.

Last planner sistemin proje sürecine diğer önemli katkıları; projenin verimliliğinin arttırılması, ekipler arası işbirliği, iletişim ve koordinasyonun sağlanması, proje verimliliğini olumsuz yönde etkileyebilecek varyasyonların azaltılması ve iş akışının optimizasyonu ve sürekliliğinin sağlanmasıdır (improved workflow). Araştırmalardan elde edilen bulgulara göre, Last planner sistem kullanımının bir diğer faydası, projelerin teslim süreleri ve bütçe çerçeveleri içinde tamamlanmasına yardımcı olmasıdır. Sistemin yapım sürecine diğer katkıları; ekipler arası koordinasyon ve güvenin sağlamlaştırılması, bilginin ve sürecin şeffaflaştırılması, iş güvenliğinin sağlanmasına katkıları, kısıtlamaların tespiti ve ortadan kaldırılması, ekiplerin sorumluluklarının güçlendirilmesi, gecikmelerin, hataların ve israfların azaltılarak değerin arttırılması, hatalardan ders çıkarılması (learning) ve bu şekilde sürekli gelişimin (continuous improvement) sağlanmasıdır.

LPS kullanımının proje ekipleri arasındaki sosyal ilişkilerine etkilerini inceleyen çalışmalar;

LPS yöntemindeki haftalık toplantılarda proje ekipleri, işlerin bitimi ve teslim tarihleri konusunda taahhütler yapmaktadırlar. LPS uygulamasının, toplantılarda bir araya gelen proje ekipleri arasındaki iletişim, koordinasyon ve güveni güçlendirdiği, LPS uygulamasının faydalarını incelenen araştırmalarda açıkça ortaya konmaktadır. Last planner sistem ile ilişkili olarak akademik çalışmalarda sıkça yer alan bir diğer konu da Last Planner sistem kullanımının, projedeki aktörlerin arasındaki sosyal ağlara etkisinin

ölçümüdür. Bu konuda çalışma yapmış yazarlar ve çalışmalarında yer alan, Last Planner sistem-sosyal etkileşim ölçütleri Çizelge 5.14' te gösterilmiştir.

Çizelge 5.14 LPS kullanımının proje aktörleri arası sosyal ağlara etkilerini inceleyen yazarlar ve çalışmaları

Çalışmanın Adı	**Yazar**	**LPS- Sosyal Etkileşim Ölçütü**
Identifying the Bullwhip Effect of the Last Planner Conversations during the Construction Stage	Alarcon ve Zegarra,2012	Bullwhip Effects of LAP conversations
Last Planner System, Social Networks and Performance of Construction Projects	Castillo ve diğerleri, 2016	Social Network Analysis (SNA)
Effects of Last Planner System Practices on Social Networks and the Performance of Construction Projects	Castillo ve diğerleri, 2018	Social Network Analysis (SNA)
Effect of the Last Planner System on Social Interactions among Project Participants	Ghosha ve diğerleri, 2017	Language Action Perspective (LAP)
Interplay of Lean Thinking and Social Dynamics in Construction	Gonzalez ve diğerleri, 2015	LAP, Social Subcontract (Ssub)
Socıal Network Development In Last Planner System Implementations	Priven ve Sacks, 2013	Social Network among Subcontractors
Effects of the Last Planner System on Social Networks Among Construction Trade Crews	Priven ve Sacks, 2015	Social Network Analysis (SNA) ve Language Action Perspective (LAP)
Impacts of the Social Subcontract and Last Planner System Interventions on the Trade-Crew Workflows of Multistory Residential Construction Projects	Priven ve Sacks, 2016	Social Subcontract (Ssub), SNA, LAP
A Survey On The Last Planner System: Impacts And Difficulties For Implementation In Brazilian Companies	Viana ve diğerleri, 2010	LAP
Modelling th network of commitments in the Last planner system	Viana ve diğerleri, 2011	LAP, network of commitments
Propagation And Distortion Of Variability into The Production Control System: Bullwhip Of Conversations Of The Last Planner	Zegarra ve Alarcon, 2013	Bullwhip Effects of LAP conversations

Çizelgeye göre, Last Planner sistemin proje aktörleri arasında sosyal ağlara etkileşimlerini inceleyen yazarlar; Alarcon ve Zegarra, Tito Castillo, Somik Ghosha, Vicente Gonzalez, Vitaly Priven ve Rafael Sacks'tır. Yazarların konu hakkında farklı tarihlerde yayınlanmış birden fazla çalışmaları bulunmaktadır. Çizelgeye göre, araştırmacılar tarafından en çok incelenen Last Planner sistem sosyal etkileşim ölçütleri; 'Sosyal ağ analizleri' (SNA) , 'Eylem Dili Perspektifi (Language Action Perspective- LAP) ve bu eylemler arası varyasyonların incelendiği 'Kamçı Etkisi' (Bullwhip Effect) analizleridir.

- Sosyal Ağ Analizleri (SNA), organizasyonlarda bilgi akışının gözle görülür şekilde sağlanması için inşaat projelerinde kullanılan bir tekniktir [62]. Sosyal ağ analizlerinde yapım projelerindeki kişiler ve kişiler arası bağlantılar, sosyal ağ diyagramı üzerinde görselleştirilmektedir [63].
- Kamçı Etkisi (BWE), bir tedarik zincirinde alt basamaklardan üst basamaklara doğru gidildikçe artan talep miktarındaki bozulma ve değişme, üreticiye tüketiciden gelen asıl talepten daha fazlasının yansıması durumudur [64]. Bu bozulma sistem performansını olumsuz etkilemektedir. Kamçı etkisinin sebepleri; talep tahmin hataları, sipariş yığınlamaları, fiyat dalgalanmaları ve kıtlık riskidir [65]. Kamçı etkisini azaltmak için; belirsizliklerin ve değişkenliklerin azaltılması, tedarik süresinin kısaltılması ve stratejik ortaklıklar etkili olmaktadır.
- Eylem Dili Perspektifi (LAP), bir iş akışında kişiler arası etkileşimin güçlendirilmesi ve ortak bir iş hedefinin gerçekleştirilmesi için, bilgi sistemlerin kullanımını esas alarak kişiler arası sözlü eylemlerin modellenmesidir [66]. Meta analizi kapsamında incelenen akademik çalışmalarda, inşaat sektörü aktörleri arasında, eylem dili perspektifinde görülen kırbaç etkisi oranlarındaki artışın LPS yönteminin etkinliğini azalttığı üzerinde durulmaktadır [67].

<u>Projelerdeki varyasyonlar, gecikmeler ve sebeplerini inceleyen çalışmalar</u>

Analiz dâhilinde incelenen çalışmalardaki bir diğer odak noktası, 'proje sürecinde problem teşkil eden ve projelerin verimliliğini düşüren olumsuz varyasyonların ve gecikmelerin nedenlerinin incelenmesi'dir. Analiz kapsamındaki çalışmalar arasında, proje sürecindeki varyasyonların ve gecikmelerin sebeplerini inceleyen çalışmalar, yazarları ve belirtilen etmenler ile birlikte Çizelge 5.15' te gösterilmiştir.

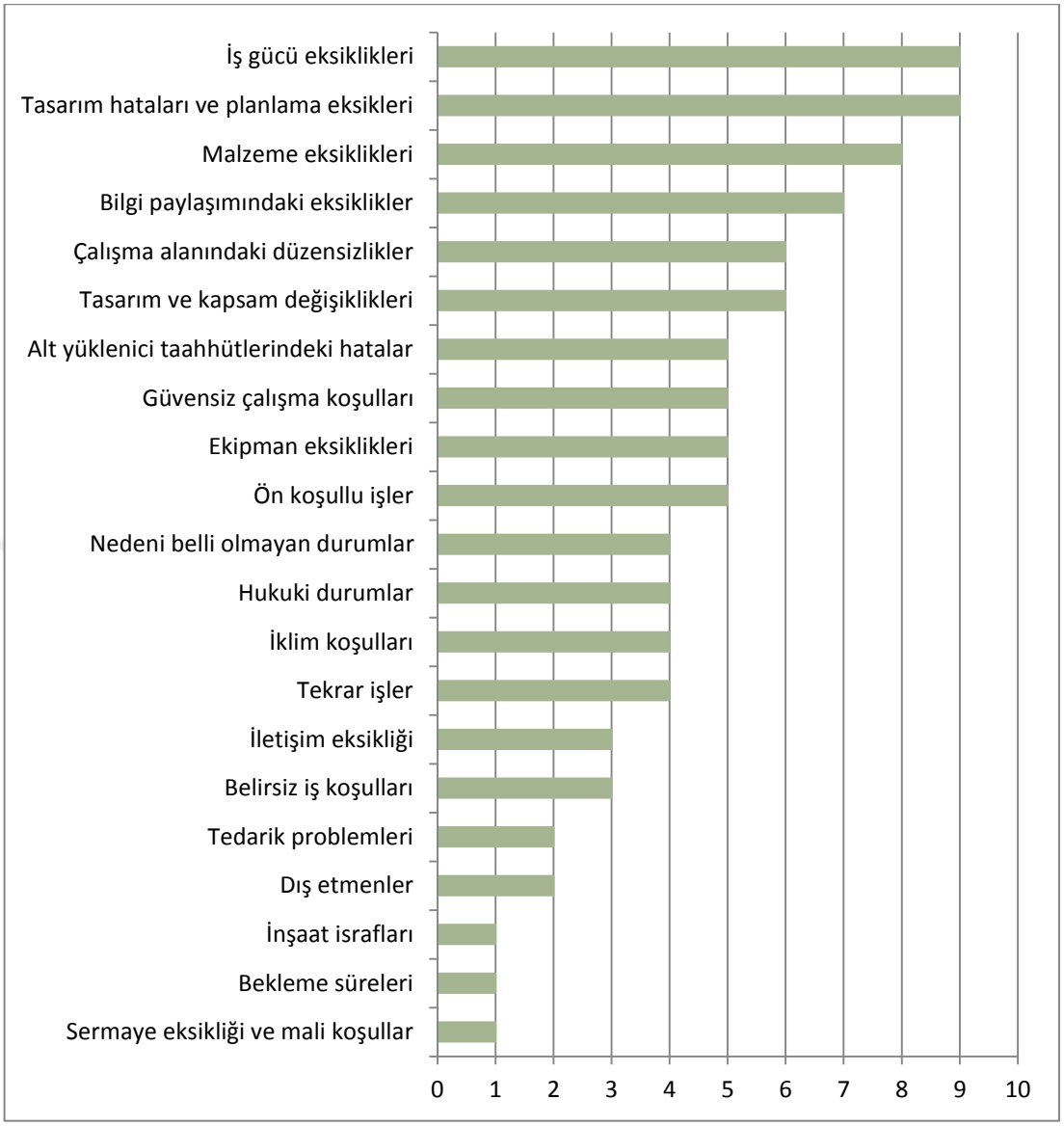
Çizelge 5.15 Projelerdeki varyasyonların sebeplerini inceleyen çalışmalar

Çalışmanın Adı	Yazar	Projelerdeki varyasyonların ve gecikmelerin sebepleri
Exploration of the reasons for delays in construction	Soren Lindhard ve Soren Wandahl, 2014	Bağlantılı işler, iş planlarındaki değişiklikler, işgücü, dış etmenler, malzeme, tasarım değişimleri, alan, ekipman, tekrar işler, beklenmeyen durumlar, güvenlik eksiklikleri
The Magic of the Last Planner System for Nigerian Construction	Daniel ve diğerleri,2014	Bekleme süreleri, malzeme tedarikleri, fazla üretim, stoklar, tekrar işler, inşaat israfları
Constraint Removal and Work Plan Reliability_ A Bridge Project Case Study	Javanmardi ve diğerleri, 2018	Ön koşullu işler, güvensiz iş koşulları, bilgi paylaşımındaki eksiklikler
Post Measuring The Last Planner Metrics In Shelter Rehabiliation Projects	Jazzar ve Hamzeh, 2015	İşgücü, tekrar işler, zaman planlama hataları, ön koşullu işlerin ön koşullarının tamamlanmaması, hukuki durumlar, bilgi eksikliği, sermaye, beklenmeyen koşullar
Improving The Making Ready Process - Exploring The Preconditions To Work Tasks In Construction	Lindhard ve Wandahl, 2012	Tasarım ve inşaat yönetimi, malzeme eksikleri, işgücü eksikleri, ekipman eksikleri, iş alanı düzenlemesi eksikleri, tamamlanmayan ön koşullu işler, iklim koşulları, güvenlik koşulları ve belirsiz iş koşulları

Çizelgeye göre projelerde varyasyonlara ve gecikmelere sebep olan etmenler arasında; '*tasarım hataları ve planlama eksikliği*, *ön koşullu işlerin ön koşullarının tamamlanmaması, tasarımdaki ve iş planlarındaki değişiklikler, malzeme eksikleri, işgücü eksiklikleri, ekipman eksikleri, çalışma alanındaki düzensizlikler, tekrar işler, alt yüklenici taahhütlerindeki hatalar, iletişim eksikliği, tedarik problemleri, iklim koşullarındaki olumsuzluklar, güvensiz çalışma alanları, belirsiz çalışma koşulları, bilgi paylaşımındaki eksikler, sermaye eksikleri ve mali koşullar, hukuki durumlar, bekleme süreleri, fazla üretim ve stok gibi israflar, dış etmenler ve nedeni belli olmayan sebepler'* bulunmaktadır.

Çalışmalarda, proje üretim sürecinde varyasyonlara ve bu nedenle proje verimliliğinde düşüşlere neden olarak gösterilen bu sebepler, çalışmalarda yer alma sıklıklarına göre sıralandığında, aşağıdaki çizelge elde edilmiştir (Çizelge 5.16).

Çizelge 5.16 Proje verimliliğinde düşüşe neden olan etmenler sıralaması



Çizelgeye göre projelerde gecikmelere ve verimsizliğe neden olan etmenlerin başında, 'işgücü eksikliği' gelmektedir. Diğer önemli etmenler sırasıyla, '*tasarım hataları ve planlama eksiklikleri, malzeme eksikleri, bilgi paylaşımındaki eksikler, çalışma alanlarındaki düzensizlikler ve çalışma alanındaki ulaşım zorlukları, tasarım ve kapsam değişiklikleri, alt yüklenicilerin iş bitirme süreleri ile ilgili taahhütlerindeki hatalar, güvensiz çalışma koşulları, ekipman eksiklikleri ve ön koşullu işlerin ön koşullarının tamamlanmamasıdır'.*

Lps ile İlişkilendirilen Konulara ait Analizler

Last Planner sistem, gerek farklı planlama ve kontrol sistemleri ile kullanımı, gerekse farklı planlama ve proje yönetim sistemleri ile karşılaştırılmalı olarak değerlendirilmesi şeklinde, akademik çalışmalarda sıkça farklı konularla ilişkilendirilmiştir. Bu çalışmanın meta analiz kapsamındaki 98 adet araştırmada yer alan, Last Planner sistem ile ilişkili konular Çizelge 5.17' de gösterilmiştir.

Çizelge 5.17 LPS ile ilişkilendirilen konularla ilgili çalışmalar ve yazarları

İlişkilendirilen Konular	**Yazarlar**	**Yayın Sayısı**
Yapı Bilgi Modellemesi (Building Information Modelling-BIM)	Kemmer ve diğ. (2016), Mc. Garrido ve diğ. (2015), Bhatla ve Leite (2012), Fundli ve Drevland (2014), Khan ve Tzortzopoulos (2014), Tillmann ve Sargent (2016), Toledo ve diğ. (2014,2016), Vaidyanathan ve diğ. (2016), Kerosuo ve diğ. (2016)	10
Kazanılmış Değer Metodu (Earned Value Method- EVM)	Kim ve Ballard (2010), Novinsky ve diğerleri (2015)	2
Sosyal Ağ Analizleri (Social Network Analysis-SNA)	Priven ve Sacks (2015), Daou ve diğerleri (2015), Castillo ve diğerleri (2016,2018)	4
Konum Tabanlı Yönetim (Location Based Management System -LBMS)	Dave ve diğerleri (2016), Olivieri ve diğerleri (2016), Vaidyanathan ve diğerleri (2016), Seppänen ve diğerleri (2010), Murguia ve diğerleri (2016), Blviken ve diğerleri (2015)	6
Path Clearing Approach (PCA)	Ebbs ve diğerleri (2018)	1
Takt Zamanı Planlaması (Takt Time Planning)	Emdanat ve diğerleri (2016), Frandson ve diğerleri (2014), Blviken ve diğerleri (2015), Kalsaas ve diğerleri (2015)	4
Yalın Benzetim Modelleri (Lean Simulation Game)	Gonzalez ve diğerleri (2014,2015), Bhaidani ve diğerleri (2016), Rybkowski (2010)	4
Bilgi İşlem (Information Technologies - IT)	Lagos ve diğerleri (2017)	1
4 Boyutlu Modelleme (4D Modelling)	Kemmer (2016), Bhatla ve Leite (2012)	2
Kritik Hat Yöntemi (Critical Path Method -CPM)	Olivieri ve diğerleri (2016), Erol ve diğerleri (2017), Dave ve diğerleri (2015), Thorstensen (2013), Blviken ve diğerleri (2015)	5
Tasarım Yapısı Matrisi (Design Structure Matrix - DSM)	Rosas, 2013	1

Çizelge 5.17 LPS ile ilişkilendirilen konularla ilgili çalışmalar ve yazarları (Devamı)

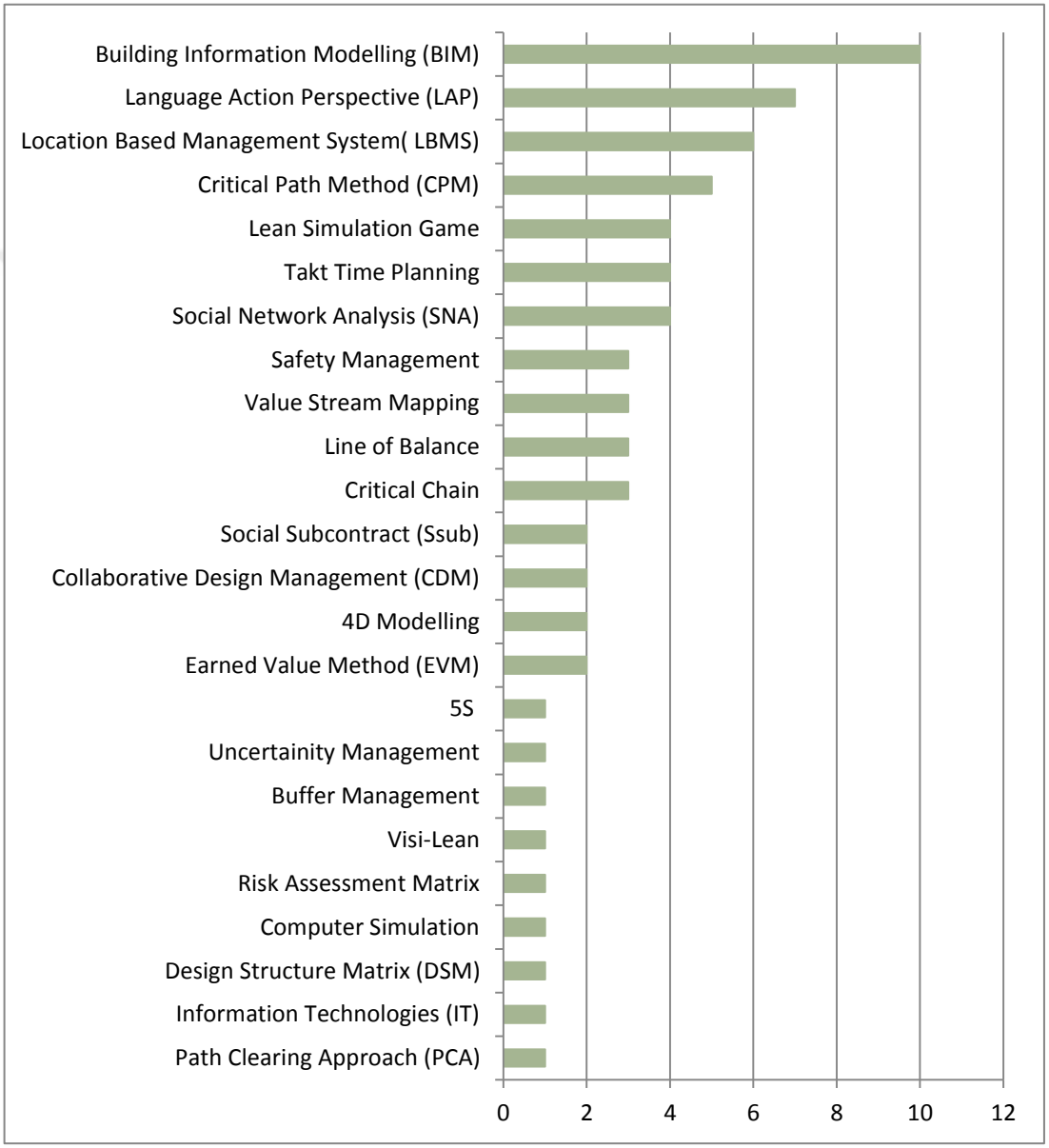
İlişkilendirilen Konular	Yazarlar	Yayın Sayısı
Eylem Dili Perspektifi (Language Action Perspective - LAP)	Ghosha ve diğerleri (2017), Priven ve Sacks (2015,2016), Gonzalez ve diğerleri (2015), Diana ve diğerleri (2011,2017), Zegarra ve Alarcon (2013)	7
İşbirlikçi Tasarım Yönetimi (Collaborative Design Management - CDM)	Fundli ve Drevland (2014), Kalsaas ve diğerleri (2014)	2
Kritik Zincir (Critical Chain- CC)	Blviken ve diğerleri (2015), Dave ve diğerleri (2015), Koskela ve diğerleri (2010)	3
Denge Hattı (Line of Balance- LOB)	Dave ve diğerleri (2015), Kalsaas ve diğerleri (2015), Thorstensen (2013)	3
Değer Akışı Haritalama (Value Stream Mapping- VSM)	Berroir ve diğerleri (2015), Kalyan ve diğerleri (2018), Murguia ve diğerleri (2016)	3
Bilgisayar Simulasyonu (Computer Simulation)	Hamzeh ve diğerleri (2015)	1
Güvenlik Yönetimi (Safety Management)	Awado ve diğerleri (2016), Antillon ve diğerleri (2011), Aslesen ve diğerleri (2014)	3
Social Subcontract (Ssub)	Priven ve Sacks (2016), Gonzalez ve diğerleri (2015)	2
Risk Değerleme Matrisi (Risk Assessment Matrix)	Wambeke ve diğerleri (2012)	1
Visi-Lean	Dave ve diğerleri (2014)	1
Tampon Yönetimi (Buffer Management)	Farag ve diğerleri (2010)	1
Belirsizlik Yönetimi (Uncertainity Management)	Torp ve diğerleri(2018)	1
5S	Berroir ve diğerleri (2015)	1

Çizelgeye göre Last planner sistemle ilişkilendirilen konular; Yapı bilgi modellemesi, kazanılmış değer metodu, sosyal ağ analizleri, konum tabanlı yönetim sistemi, takt zamanı planlaması, yalın simülasyon sistemleri, 4 boyutlu modelleme, kritik yol metodu, tasarım yapısı matrisi, sözlü eylem perspektifi, işbirlikçi tasarım yönetimi, kritik zincir

metodu, denge hattı, değer akışı haritalama, güvenlik yönetimi, sosyal alt sözleşme (SSub), risk değerlemesi matrisi, tampon yönetimi, belirsizlik yönetimi ve 5S metodudur.

LPS ile ilişkilendirilen bu konular, akademik çalışmalarda yer alma sıklıklarına göre sıraya konulduğunda Çizelge 5.18 elde edilmiştir.

Çizelge 5.18 LPS ile ilişkilendirilen konular sıralaması



Çizelgeye göre akademik çalışmalarda LPS ile en çok ilişkilendirilen konu 'Yapı Bilgi Modellemesi' dir. 98 adet çalışmanın 10 tanesi, LPS sistemin Yapı Bilgi Modellemesi sistemleri ve bu sistemle karşılaştırılması üzerine kuruludur.

Yapı Bilgi Modellemesi (BIM); temel olarak tasarım, yapım ve yapının faaliyete geçmesi sonrası işletilmesi ve yönetilmesi için, yapı üretim sürecinin, sayısal ortamda veri alışverişine ve birlikte çalışabilirliğe olanak sağlayacak şekilde modellenmesidir [69]. Yapı bilgi modellemesi sistemi, bilgisayar tabanlı işletme sistemleri yardımıyla, yapının iki boyutlu teknik belgelerinin yanında, yapı elemanlarının birbirleriyle olan ilişkilerinin de modellendiği ve bu sayısal verilerin tüm ekiplerin üzerinde çalışabileceği güncel format halinde kayıt altında tutulduğu bir sayısal proje veritabanı olarak açıklanabilmektedir. Yapı bilgi modellemesi kullanımı ile proje ekipleri arası bilgi paylaşımı eksikliğinden doğabilecek problemlerin önüne geçilebilmekte, proje sürecinin zamanında tamamlanabilmesi ve güncel proje verilerine herkes tarafından ulaşılabilmesi şeklinde proje aktörleri arası işbirliği ve koordinasyon güçlendirilebilmektedir.

LPS süreciyle ilişkilendirilen proje aktörlerine ait analizler:

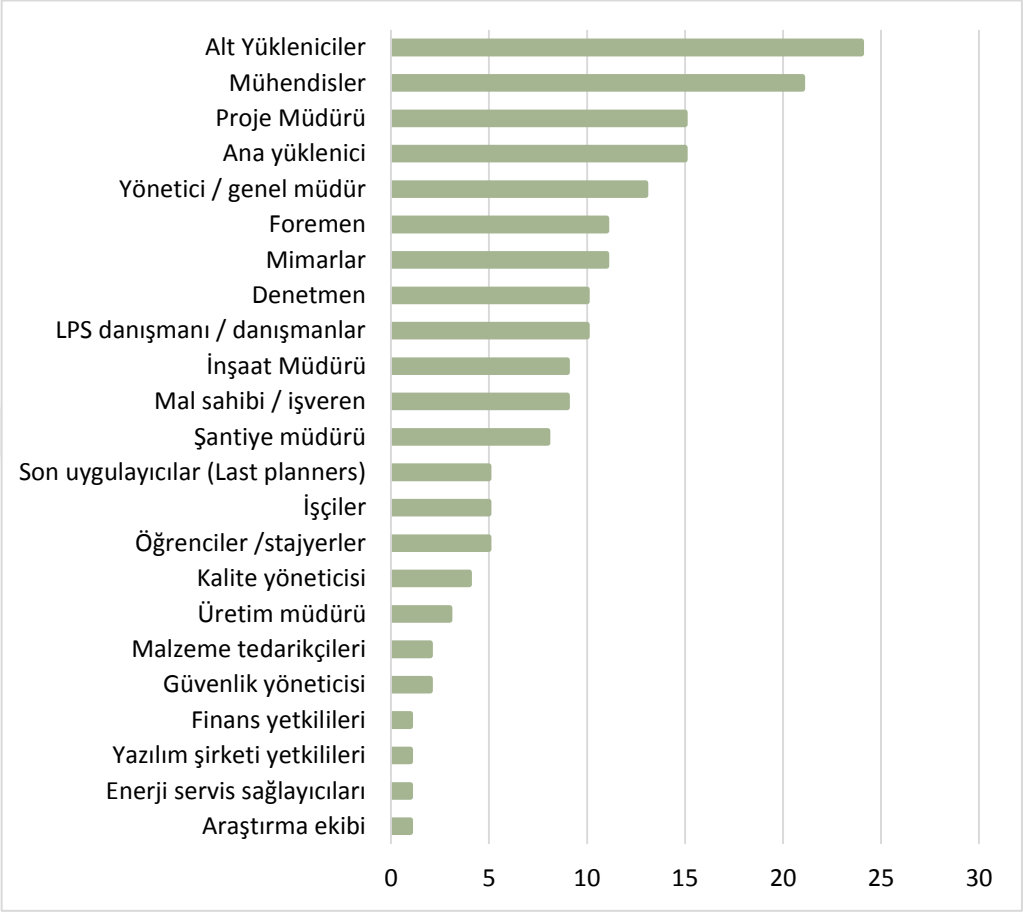
Last Planner sistem, projeye dâhil olan, üst kademeden alt kademeye kadar tüm ekipleri ve kişileri bir araya getirmeyi amaçlayan bir proje üretim kontrolü modelidir. Geleneksel sistem proje yönetimlerinde, projenin zaman ve kaynak programlaması ve sahadaki iş ilerleme durumlarının kontrolü genellikle üst kademe yöneticiler ve proje müdürleri tarafından yapılmaktadır. Oysaki Last Planner sistem, işin yapımını üstlenen saha ekibi ve alt yüklenicilerin de devreye sokularak daha güvenilir iş programları hazırlanmasını amaçlamaktadır. Last planner sistem ile ilgili akademik çalışmalarda, genellikle, LPS'nin uygulandığı gerçek bir projeden yapılan gözlemler ve vaka analizleri sonucu elde edilen veriler üzerinden LPS yönteminin iş programlarına, zaman, maliyet ve proje verimliliğine etkileri gözlemlenmektedir. Bu vaka analizleri için aynı zamanda proje ekiplerinden kişiler ile yapılan anket ve röportajlar üzerinden de veri toplanmaktadır.

Proje aktörleri LPS konusunda yapılmış akademik çalışmalarda farklı şekillerde yer almaktadırlar. Bu kişiler;

- Last planner toplantılarında yer alan proje aktörleri,
- Anket ve röportajlarda katılımcı olarak yer alan proje aktörleri,
- Last planner sistem ile ilgili simulasyon ve workshoplarda yer alan kişiler şeklindedir.

LPS sürecine yukarda bahsedilen farklı şekillerde dâhil olan proje aktörleri, dâhil olma sıklığına göre sıralandığında aşağıdaki grafik elde edilmiştir (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19 LPS süreciyle ilişkilendirilen proje aktörleri sıralaması



Çizelgeye göre, LPS uygulamalarındaki en önemli grup ‘ alt yükleniciler’ dir. Alt yüklenicilerden sonra LPS sürecindeki en etkin proje aktörleri sırasıyla; proje mühendisleri, proje müdürleri, ana yükleniciler, genel müdür ve yöneticiler, formen, mimarlar, denetmenler, LPS danışmanları, inşaat müdürleri, işverenler, şantiye müdürleri ve işverenlerdir.

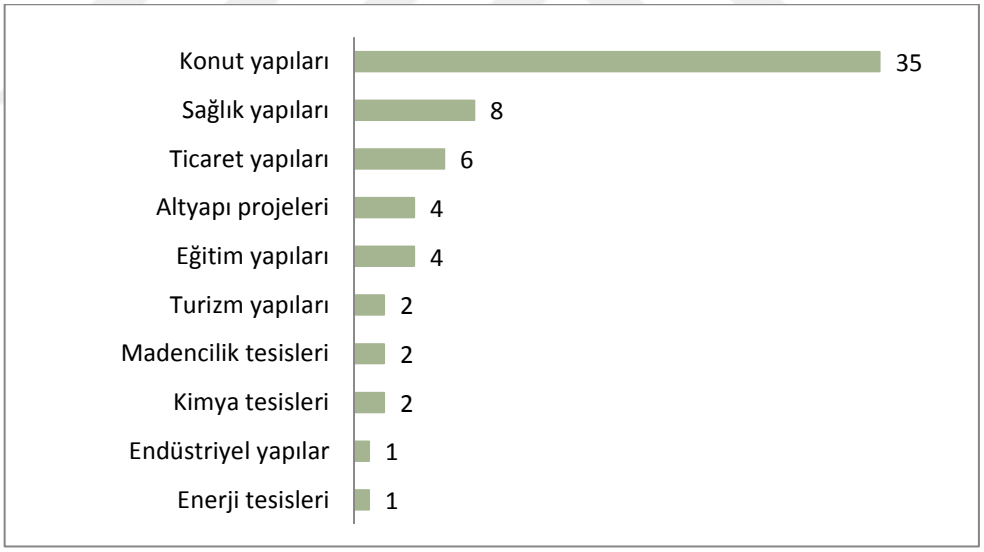
Last planner sistem inşaat sektörüyle bağlantılı olarak farklı sektörlerde de uygulanabildiği için (petrol arıtım tesisleri, kimyasal tesisler, altyapı projeleri, enerji üretim tesisleri vb. gibi) kimi zaman Last planner sistem toplantılarına, kalite ve güvenlik yöneticileri, tedarikçi yetkilileri, enerji servis sağlayıcıları, yazılım şirketi yetkilileri ve üretim müdürleri de dâhil olmaktadır.

Analiz kapsamında incelenen çalışmalardan bazıları, inşaat şirketi yetkilileri ve akademik kişileri bir araya getiren ve üniversite ve inşaat firmaları birlikteliklerini esas alan çalışmalar üzerine kuruludur. Bu çalışmalarda 'akademisyenler, öğrenciler ve stajyerler' de LPS sürecine dâhil edilmektedir.

Last Planner sistem uygulanma alanı / sektör bilgilerine ait analizler

Last planner sistem ile ilgili yapılmış çalışmalar analiz edildiğinde, LPS uygulamasının inşaat sektöründe birçok farklı proje türünde uygulandığı görülmektedir. Analiz dâhilinde incelenen 98 adet çalışmada yer alan vaka analizleri ve bu vaka analizlerine tabi tutulan inşaat projelerinin türleri belirli başlıklar altında toplanmıştır. Bu proje türleri; *sağlık yapıları, konut yapıları, turizm yapıları, eğitim yapıları, ticaret yapıları, enerji tesisleri, madencilik tesisleri ve kimya tesisleridir.* Çizelge 5.20 Last planner sistemin uygulandığı inşaat projesi türlerinin, araştırmalardaki sayısal dağılımlarını göstermektedir.

Çizelge 5.20 İnşaat sektöründe LPS' nin kullanıldığı proje türleri



Çizelgeye göre, LPS yönteminin en çok kullanıldığı proje türü 'konut yapıları'dır. Analiz kapsamındaki çalışmalarda incelenen toplam 65 projeden 35'i konut projeleridir. Analiz kapsamındaki araştırmalarda, alt yüklenicilerin etkin rol oynadığı ve genellikle benzer katlara ve benzer bloklara sahip çok katlı konut projelerinin LPS kullanımı ile daha etkin ve kısa sürelerde, daha yüksek PPC oranları ile tamamlanabileceği öngörülmektedir. Analiz verilerine göre, meta analizi kapsamındaki araştırmaların büyük kısmında 'konut

projelerinde LPS kullanımı' üzerinden değerlendirilme yapılması bu yargıyı desteklemektedir.

LPS kullanımının etkili görüldüğü bir diğer proje türü de 'sağlık yapıları'dır. Analiz kapsamındaki çalışmalarda incelenen 65 projeden 8'i sağlık yapılarında LPS kullanımını incelemektedir. Sağlık yapılarının diğer proje türlerine göre daha kapsamlı ve karmaşık yapısı, süreç ve üretim kontrolü açısından etkili olabilecek süreç planlama ve yönetim yöntemlerinin kullanımı arayışını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda LPS gibi üretim kontrol sistemleri sağlık yapısı projelerinde etkili olabilmektedir.

LPS yönteminin kullanıldığı diğer proje türleri kullanım sıklığına göre sırasıyla; ticaret yapıları (6 proje), eğitim yapıları (4 proje), altyapı projeleri (4 proje), kimya tesisleri (2 proje), madencilik tesisleri (2 proje), turizm yapıları (2 proje), enerji tesisleri (1 proje) ve endüstriyel yapılar (1 proje) şeklindedir.

5.2.3 Meta Analiz Çerçevesine Göre Biçim Boyutu Analizleri

Meta analizin biçim boyutu başlığında, 'Şekil/ Girdiler-Çıktılar' ve 'Amaç-Sonuç İlişkisi' kategorileri incelenecektir.

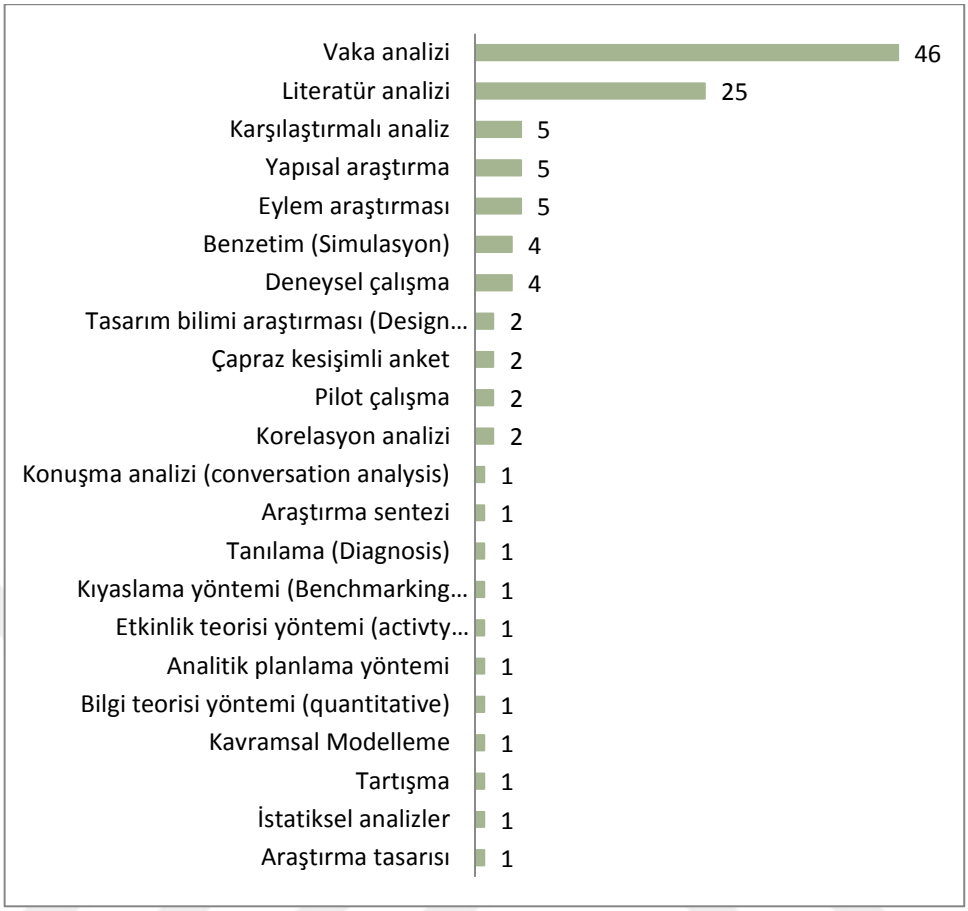
5.2.3.1 Şekil/ Girdiler- Çıktılar Kategorisi Analizleri

Şekil/ Girdiler-Çıktılar (Form/ Input- Output) kategorisi altında; 'Araştırma yöntemi, veri toplama yöntemi ve katkılar' alt kategorileri incelenmektedir.

Araştırmalarda Kullanılan Yöntemlere ait Analizler

LPS konusunda yapılmış, meta analizi kapsamındaki 98 adet araştırma, 'Araştırmada kullanılan yöntemler' açısından incelendiğinde, birçok farklı yöntemin kullanıldığı görülmüştür. Bu yöntemlerden bazıları 'Literatür analizi, Vaka analizi (case study), Eylem araştırması (Action research), Yapısal araştırma (Constructive research), Deneysel çalışma (Empirical study), Araştırma tasarısı (Research design), Pilot çalışma (pilot study), Karşılaştırmalı analiz (Comparative analysis) dir. Araştırmalarda kullanılan diğer yöntemler ve araştırmalarda kullanım sıklıkları çizelge 5.21'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.21 Araştırmalarda kullanılan araştırma yöntemleri sıralaması



Çizelgeye göre, Last Planner sistem konusunda yapılmış çalışmalarda en sık kullanılan yöntem 'Vaka analizi' (case study) yöntemidir. 98 çalışmanın 46'sında araştırma yöntemi olarak vaka analizi kullanılmıştır. Bu araştırmalarda, vaka analizi yöntemiyle bir veya birden fazla proje üzerinden Last Planner sistem uygulamaları, Last Planner sistemin proje sürecine, proje aktörleri arası ilişkilere, proje verimliliğine etkileri incelenmiştir.

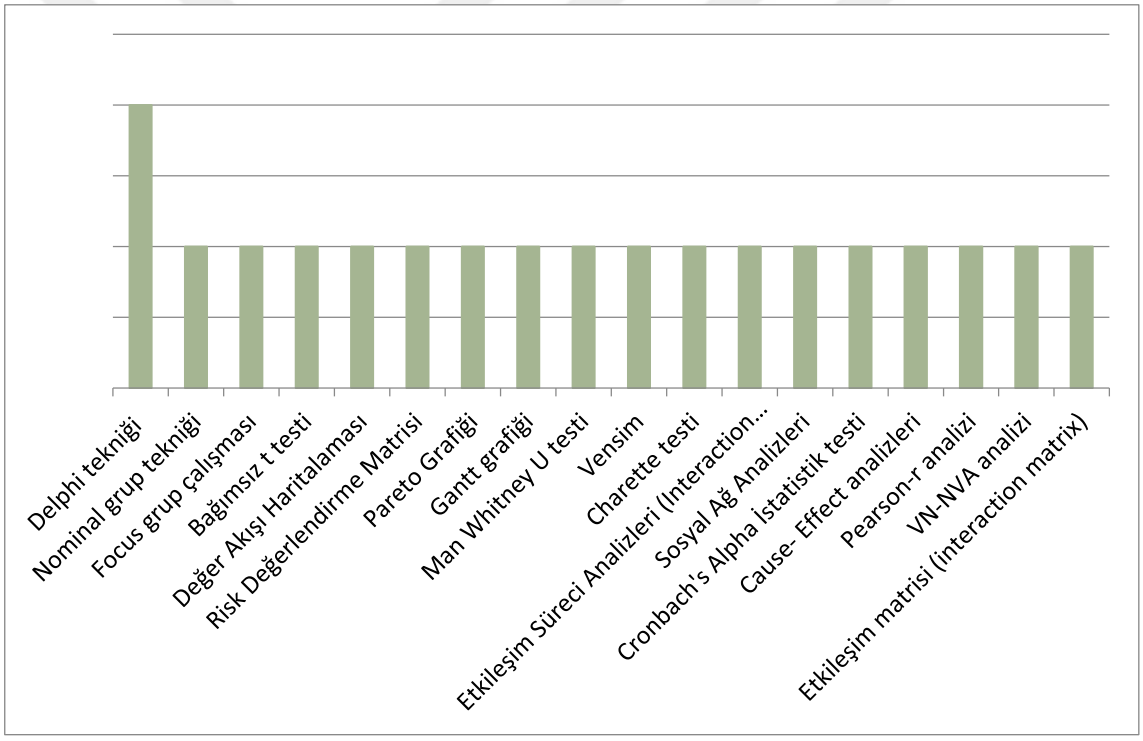
Çizelgeye göre araştırmalarda en sık kullanılan bir diğer yöntem de 'Literatür analizi' dir. 98 araştırmadan 25'inde araştırma yöntemi olarak literatür analizi kullanılmıştır. Last Planner sistem, dünya genelinde 1990'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlanmış olsa da, LPS'nin uygulamalı olarak kullanımı ve akademik çalışmalarda yer alması son yıllarda artarak devam etmektedir. Bu nedenle, meta analiz kapsamında incelenen çalışmalarda genel olarak önce LPS uygulaması ile ilgili literatür analizi yapılmakta ve konuyla ilgili yapılmış çalışmalar incelenmektedir. Bazı çalışmalarda hem nitel hem nicel yöntemler birlikte kullanılmaktadır. Bu çalışmalarda, önce literatür analiziyle konuda yapılmış çalışmalar değerlendirilmekte, buna ek olarak genelde vaka analizleri ve bu vaka

analizlerine bağlı olarak gerçek projelerden elde edilen, LPS kullanımı ile ilgili verilerle (PPC oranları, kısıtlama analizleri, tamamlamayan işlerin sebepleri vb. gibi) hem nicel hem de nitel değerlendirilmeler yapılmaktadır.

Çalışmalarda en sık kullanılan diğer önemli yöntemler; Karşılaştırmalı analizler (LPS kullanılan ve kullanılmayan projelerde), Yapısal araştırma, Eylem Araştırması, Benzetim (Lps kullanımı ile ilgili simülasyon ve workshop çalışmaları) çalışmaları ve deneysel çalışmalardır.

Araştırmalardan elde edilen nitel ve nicel veriler çeşitli analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Araştırmalarda kullanılan bazı analiz teknikleri Çizelge 5.22'de gösterilmiştir.

Çizelge 5.22 Araştırmalarda kullanılan analiz teknikleri sıralaması

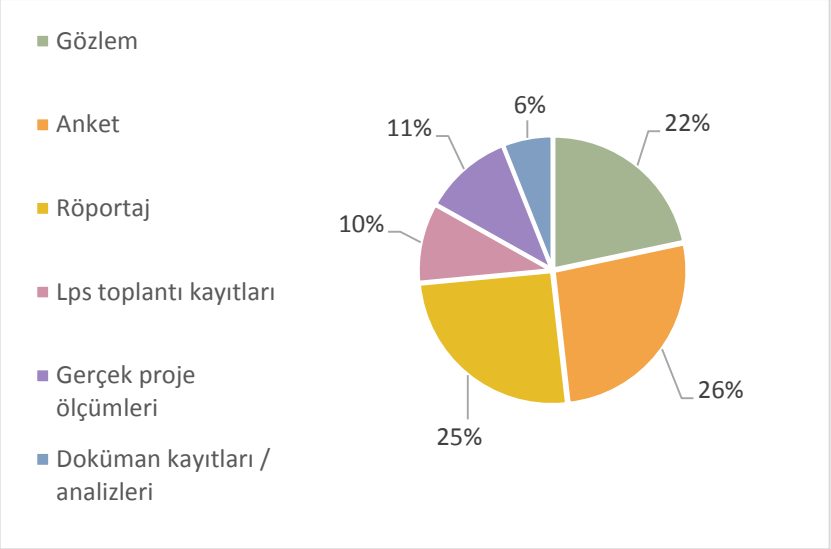


Veri Toplama Yöntemi Analizleri

LPS konusunda yapılmış, meta analizi kapsamındaki 98 adet araştırma, 'verilerin toplanma şekli' açısından incelendiğinde birden fazla veri toplama yöntemi kullanıldığı görülmektedir. Bu veri toplama yöntemleri; Gözlem, anketler, röportajlar, LPS toplantı kayıtları (sesli ve görüntülü), gerçek proje ölçümleri ve doküman kayıtlarıdır. Meta analiz kapsamındaki 98 araştırma, araştırmalarda kullanılan veri toplama yöntemleri açısından analiz edildiğinde Çizelge 5.23 elde edilmiştir.

Çizelgeye göre araştırmalarda en sık kullanılan veri toplama yöntemi daha önceki bölümlerde incelenen LPS süreciyle ilişkilendirilen proje aktörleri ile yapılan anketlerdir. Araştırmaların yüzde %26'sında veri toplama yöntemi olarak anketler kullanılmıştır.

Çizelge 5.23 Araştırmalarda kullanılan veri toplama yöntemleri sıralaması



Araştırmalarda kullanılan diğer veri toplama yöntemleri kullanılma sıklıklarına göre sırasıyla; Röportajlar (%25), Gözlemler (%22), Gerçek projelerden elde edilen zaman, bütçe, iş tamamlanma yüzdeleri vb. gibi ölçümler (%11), LPS toplantılarından elde edilen sesli ve görüntülü kayıtlar (%10) ve Proje ekipleri arası paylaşılan belgelerin ve toplantı belgelerinin doküman kayıtları ve analizleridir (%6).

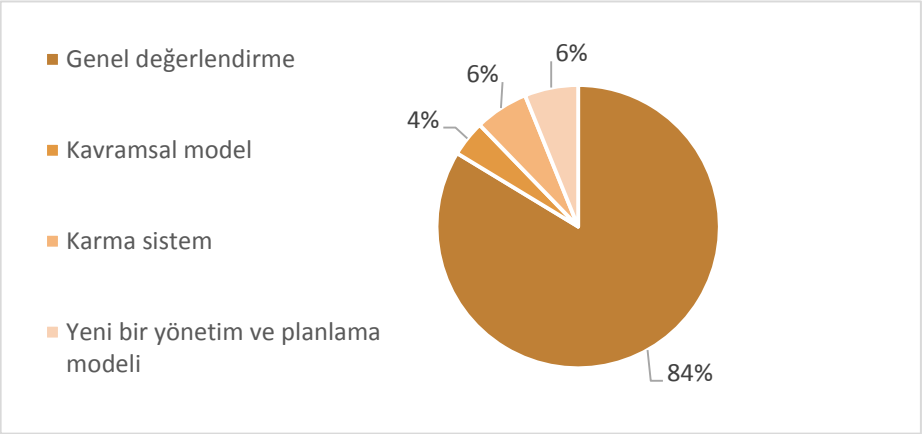
Çalışmaların Katkılarına ait Analizler

Meta analiz kapsamında incelenen 98 adet araştırmanın katkıları; 'Genel değerlendirme, kavramsal model, yeni bir planlama-kontrol veya yönetim modeli, karma modeller' başlıkları altında toplanmaktadır. Bu başlıklara göre araştırmaların katkıları değerlendirildiğinde Çizelge 5.24 elde edilmiştir.

Çizelgeye göre, araştırmalar çoğunlukla 'genel değerlendirmeler' ortaya koymaktadır. Analiz kapsamındaki araştırmaların %84'ü, literatür analizi yöntemiyle yapılmış ve LPS konusuyla ilgili nitel veriler içeren araştırmaların; LPS kullanımınının avantajları, sistemin kullanım alanları gibi konular üzerinden genel değerlendirmeler yapılması şekliyle son bulmaktadır. Ayrıca nitel veriler içeren bu araştırmaların bir kısmı (%4) yeni bir 'kavramsal model' içermektedir. Analiz kapsamındaki çalışmaların %6'sı 'yeni bir

yönetim ve planlama modeli' ortaya koyarken, %6'sı da mevcut sistemlerin birlikte kullanıldığı 'karma sistemler' ortaya koymaktadır.

Çizelge 5.24 Araştırmaların katkıları



5.2.3.2 Amaç-Sonuç İlişkisi Analizleri

Amaç-sonuç ilişkisi kategorisi altında; LPS kullanımı önündeki engeller ve zorluklar, araştırma bulguları ve gelecek çalışma önerileri alt kategorileri incelenecektir.

LPS kullanımı önündeki engeller ve zorluklar alt kategorisi analizleri

Önceki bölümlerde LPS ile ilgili meta analizi dâhilinde incelenen çalışmaların konu ve odak noktalarına göre analizi yapılmış olup, bu bölümde bu çalışmaların bir diğer odak noktası olan 'Last Planner sistem kullanımı önündeki engeller ve zorluklar' alt kategorisi incelenecektir. Çizelge 5.25 Last Planner sistem kullanımı ve uygulanması önündeki engelleri ve zorlukları işleyen çalışmaları yazar bilgileri ve araştırmalarda işlenen LPS uygulama engelleri bilgileriyle birlikte göstermektedir.

Çizelgedeki çalışmalar arasında Sabek ve McCabe'nin 2018 yılındaki ''Framework for Managing Integration Challenges of Last Planner System in IMP's'' adlı çalışmasında, büyük çaplı uluslararası projelerde yalın inşaat yöntemleri ve Last Planner sistem kullanımı ile ilgili karşılaşılabilecek zorluklar incelenmiştir [69]. Bu çalışmada büyük ölçekli inşaat firmalarında çalışan yetkililerle yapılan iki etaplı anketler sonucunda LPS kullanım zorluğu ile ilgili 31 adet madde belirlenmiştir. Bu anlamda çalışma 'LPS kullanımı ile ilgili engeller ve zorluklar' kategorisinde yapılmış önemli çalışmalardan biridir.

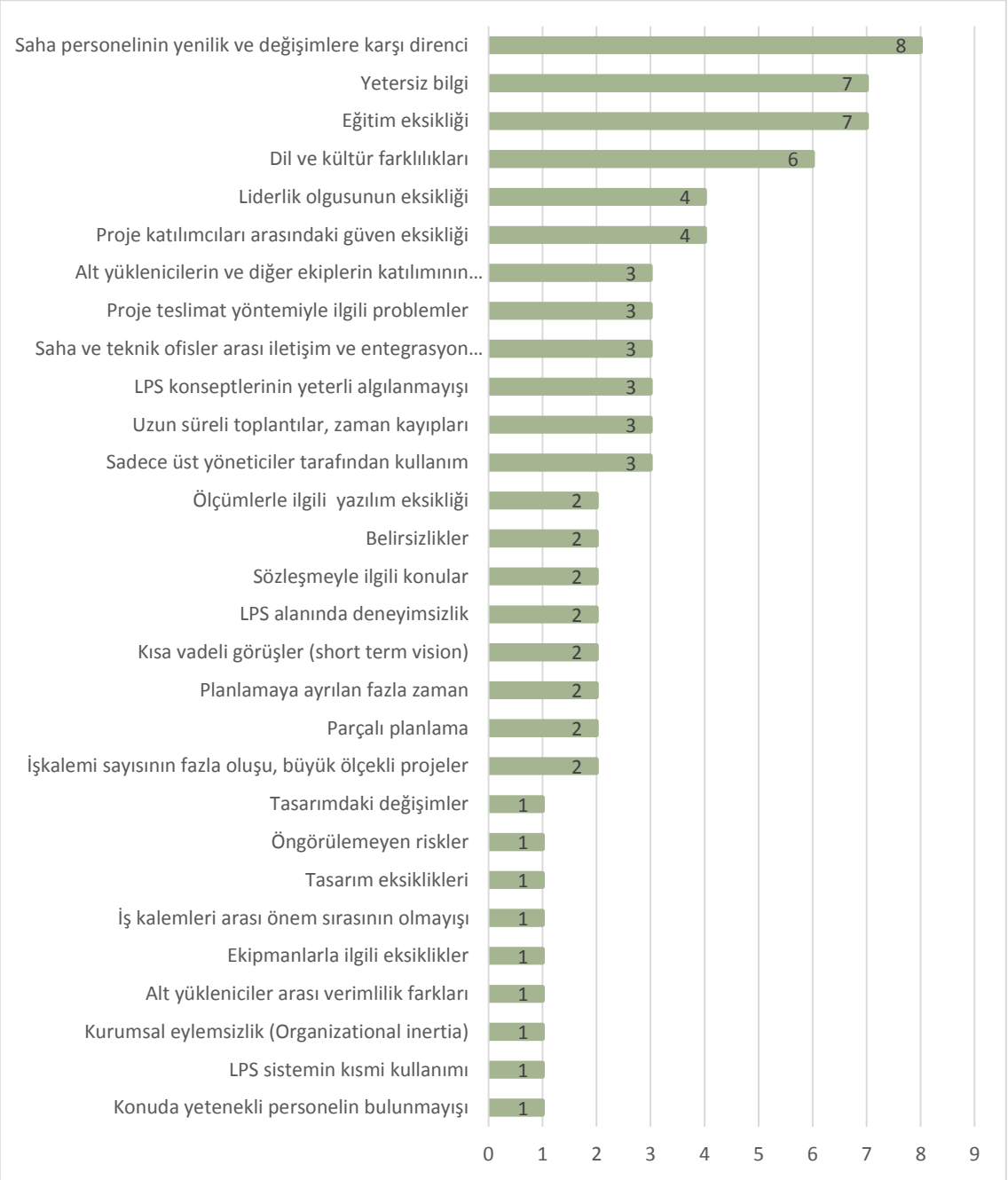
Çizelge 5.25 LPS kullanımı önündeki engeller ve zorluklar ile ilgili yapılmış çalışmalar

Çalışmanın Adı	Yazar	LPS kullanımı önündeki engeller ve zorluklar
Framework for Managing Integration Challenges of Last Planner System in IMPs	Luai M.El-Sabek ve Brenda Y.McCabe, 2018	Altyükleniciler arası farklar, ortak kullanımlı ekipmanlar, zayıf iletişim, eğitim eksikliği, uzun süreli toplantılar, büyük kapsamlı ve karmaşık projeler, projelerin alt süreçleri için önem sıralaması olmayışı, yazılım eksikliği, LPS sürecindeki parçalı planlama konsepti
The Prospect Of Minimising Production Flow Waste On Construction Sites in Nigeria Through The Last Planner System	E.Daniel ve diğerleri, 2017	Kültürel konular, uzun onay süreçleri, değişime direnç, alt yükleniciler ve diğer ekipler arasındaki farklar
Last Planner Implementation Challenges	Vishal Porwal ve diğerleri, 2010	Deneyim eksikliği, değişime direnç, eğitim eksikliği, liderlik anlayışı eksikliği
Lean Constructıon With or Without Lean – Challenges Of Implementing Lean Construction	Soren Wandahl, 2014	Yetersiz bilgi, eğitim eksikliği, kültürel farklılıklar, LPS'nin kısmi kullanımı, LPS prensiplerinin yeterli algılanmayışı

Meta analiz kapsamında incelenen 98 adet çalışmada yer verilen diğer LPS kullanım zorlukları ve oranları Çizelge 5.26' da gösterilmiştir. Çizelgeye göre *'Proje ekiplerinin yenilik ve değişimlere olan direnci'* meta analizi kapsamındaki çalışmalarda, LPS kullanımı önündeki engellerin başında gelmektedir. Araştırmalara göre projelerdeki teknik personel, saha personeli ve yöneticiler genellikle geleneksel proje üretim, planlama ve kontrol modellerini tercih etmekte olup; yeni teknoloji ve sistemlere direnç göstermektedirler.

Araştırmalara göre, LPS kullanımını zorlaştıran diğer etkenlerin başında 'Yetersiz bilgi, eğitim eksikliği, proje ekipleri arası kültür ve dil farklılıkları, proje ekipleri arasında liderlik olgusundaki eksiklik, katılımcılar arası güven eksikliği gelmektedir. Ayrıca projelerdeki tüm ekiplerin LPS toplantılarına katılımını sağlamak hem zor olabilmekte hem de LPS toplantıları proje ekipleri tarafından süreci uzatan ve zaman kaybına neden olan bir etken olarak görülebilmektedir. Ayrıca firmaların yönetim anlayışları gereği, bazen LPS uygulamaları sadece üst düzey yöneticilerin katılımıyla gerçekleşebilmekte ve LPS uygulaması kısmi olarak kullanılabilmektedir. Bu durum da LPS uygulamasında yeterli derecede verim alınabilmesinin önüne geçmektedir.

Çizelge 5.26 LPS kullanımı önündeki engeller sıralaması



Firmaların proje teslimat yöntemi şekilleri ve projelerdeki sözleşmeyle ilgili durumlar da LPS kullanımına engel teşkil edebilmektedir. LPS konusundaki deneyim eksikliği ve LPS prensiplerinin yeterince anlaşılmamış oluşu da LPS uygulamasının kullanımı önünde engel olarak görülebilmektedir. Ayrıca büyük ölçekli projelerde iş kalemi sayısının fazla oluşu ve LPS sisteminde iş kalemleri arası herhangi bir önem sıralamasının bulunmayışı bazen daha önemli iş kalemlerinin göz ardı edilmesine neden olabilmekte ve böylece öngörülemeyen risklere sebep olabilmektedir. Ayrıca LPS uygulamasının tek başına

kullanımı ve haftalık PPC ölçümlerinin ve diğer proje verimlilik verilerinin güncellendiği bir yazılım sisteminin olmayışı, LPS uygulamasından tam olarak verim alınabilmesinin önüne geçebilmektedir.

LPS konulu araştırmalara ait bulgularla ilgili analizler

LPS ile ilgili meta analizi dâhilinde incelenen akademik çalışmalar, 'araştırma bulguları' başlığı altında değerlendirildiğinde Çizelge 5.27 elde edilmiştir.

Çizelge 5.27 LPS ile ilgili akademik çalışmalardan elde edilen bulgular

BULGULAR	YAZAR
LPS proje verimliliğini arttıran ve belirsizlikleri azaltan etkili bir planlama stratejisidir.	Russell ve diğerleri, 2015
LPS'nin proje sürecinde; bütçe, zaman programı, kalite ve güvenlik konularında gözle görülür olumlu etkileri vardır.	Arroyo ve Valladares, 2016
Konut projelerinde ince işlerde LPS kullanımının üretim sisteminin verimliliğine olumlu etkisi vardır.	Murguia ve diğerleri, 2016
Grup çalışması ve işbirliğinin, altyüklenicilerin 'Süreç planlama' çalışmalarına katılımı yönünde olumlu etkisi vardır.	Riberio ve Costa, 2018
Mühendis ve mimarlar, proje verimliliğini arttıran ve israfları azaltan yeni inşaat yöntemi sistemlerine karşı ilgilidir. Yalın inşaat yöntemlerinin proje güvenlik yönetimi üzerine olumlu etkileri vardır.	Awada ve diğerleri, 2016
LPS uygulamasında, PPC ölçümleri yapılmasıyla proje sürecindeki planlamanın güvenilirliği arttırılmış olmaktadır.	Bhaidani ve diğerleri, 2016
LPS uygulaması, üretim kontrolünün sistematik olarak yapılmasını sağlamakta ve iş akışının kontrolüne odaklanmaktadır. Proje ekiplerinin gerçekçi taahhütlerde bulunmaları sağlanmaktadır.	Khan ve Tzortzopoulos, 2014
LPS, proje sürecinde hem bütçe ve zaman programı gibi nicel değerlerin kontrolüne hem de kalite gibi nitel değerlerin ölçümüne yardımcı olur. Proje sürecinde hem verimliliğin hem de kalitenin arttırılmasını sağlamaktadır.	Novinsky ve diğerleri, 2018
LPS işbirlikçi planlama ve kontrolde ve PPC değerlerinin yükseltilmesinde etkili bir yöntemdir. Tasarım Yapısı Matrisi (DSM) ile kullanımı Yalın tasarım yönetimi açısından faydalıdır.	Rosas, 2013
LPS uygulaması ve planlaması, proje gelişiminin proje paydaşları tarafından daha kolay takip edilebilmesini ve mal sahibiyle ilgili kısıtlama yönetiminin daha kolay yapılabilmesine yardımcı olmaktadır.	Toledo ve diğerleri, 2014
LPS ve BIM uygulamalarının birlikte kullanımı, yüksek bir PPC oranına, tamamlanamayan iş oranlarında ve RFI (Request for information) oranlarında düşüşe neden olmaktadır.	Toledo ve diğerleri, 2016
LPS kullanımı, proje toplam süresinin kısalmasına ve gecikmelerin önlenmesine yardımcı olmaktadır.	Vaidyanathan ve diğerleri, 2016

Çizelge 5.27 LPS ile ilgili akademik çalışmalardan elde edilen bulgular (Devamı)

BULGULAR	YAZAR
LPS kullanımı, proje ekipleri arasındaki işbirliğini güçlendirecek şekilde, proje ekipleri arasındaki sosyal ağlara etkileri olmaktadır.	Priven ve Sacks, 2015
Yalın inşaat yöntemleri, proje ekipleri arasındaki otokrasi azaldıkça ve işbirliği ve güven arttıkça, daha etkili olmaktadır.	Gonzalez ve diğerleri, 2015
LPS yöntemindeki haftalık toplantılar, ekipler arası sosyal ağları güçlendiren en önemli etkendir.	Priven ve Sacks, 2013
Tasarım yapım teslimat yöntemi (DB) LPS kullanımını desteklemektedir fakat LPS'in bütünüyle kullanımı sadece proje teslimat sistemiyle ilgili değildir.	Daniel ve diğerleri, 2018
LPS projelerde tasarımın ilk aşamalarından itibaren kullanılmalıdır ve proje teslimat sistemi LPS ile uyumlu olacak şekilde seçilmelidir.	Fuemana ve Puolitavial, 2013
LPS'nin proje sürecine, katma değeri olmayan aktivitelerin azaltılması yönünde olumlu bir etkisi vardır.	Daniel ve diğerleri, 2014
Projelerdeki en büyük kısıtlamalardan biri önkoşullu işlerin ön koşullarının tamamlanmamış olmasıdır.	Javanmardi ve diğerleri, 2018
Analizlere göre yalın inşaat yöntemlerinin bilinirlik oranı düşüktür ve bunun en önemli nedenlerinden biri yöntemlerin yanlış anlaşılmasıdır ve projelerin büyük bir kısmında LPS hatalı veya eksik uygulanmaktadır.	Wandahl, 2014
Analizlere göre, haftalık planlardaki ve takım çalışmasındaki üretim planlaması iyi performans göstermektedir fakat ileriye bakış planları yüzeysel uygulanmaktadır.	Khanh ve Kim, 2016
LPS sadece bir araç değildir, yalın inşaat yaklaşımının en gerekli uygulamaları için bir geçiştir.	Hamzeh ve Aridi, 2013
LPS kullanımı organizasyonlarda takım çalışması ve işbirliğini güçlendirir, aktörler arası ortak bir güven ağı oluşturur, sürecin israflardan arındırılmasını kolaylaştırır.	Kalyan ve diğerleri, 2018
LPS kullanımı tasarımcıların işbirliği konusunda olumlu etkisi vardır ve tamamlanan iş yüzdesini arttırmaktadır.	Kerosuo ve diğerleri, 2012
Lps tek başına bir yöntem olarak kullanılabilir fakat bir üretim yönetimi modeli olarak yalın inşaat yaklaşımları benimsenmemişse, LPS kullanımı tek başına yeterli olmayacaktır.	Koskenvesa ve Koskela, 2012
LPS uygulamasının ana etkileri; proje şeffaflığındaki artış, iş paketleri teslimindeki güçlü fikir birlikleri ve işbirlikçi karar verme sürecidir.	Wesz ve diğerleri, 2013
Yapım projelerinde yalın inşaat uygulamaları ve güvenlik yönetimi konuları arasında güçlü bir sinerji vardır.	Antillon ve diğerleri, 2011
LPS kullanımının yapım projelerinde güvenlik konuları üzerinde olumlu etkisi vardır.	Aslesen ve diğerleri, 2014

Çizelgeye göre LPS ile ilgili incelenen akademik çalışmaların sonuçları genel *olarak 'LPS kullanımının proje sürecine olumlu etkileri '* üzerinde yoğunlaşmaktadır. Bu olumlu etkilerden bazıları; süreçteki belirsizliklerin azaltılması, verimin arttırılması, israfların azaltılması, planlamadaki güvenilirliğin sağlanması, PPC oranlarının arttırılması, proje paydaşları arasındaki işbirliği ve şeffaflığın arttırılması, süreç gelişiminin paydaşlar tarafından takibinin kolaylaştırılması ve güvenlik yönetiminin etkinliğinin sağlanmasıdır.

Çalışmalardan bazılarında da, LPS kullanımının tek başına kullanımının yeterli olmayacağı sonucuna varılmaktadır. Bulgulara göre, LPS uygulaması ve aşamalarının, ancak tüm proje paydaşları tarafından doğru bir şekilde anlaşılması ve organizasyonlarda yalın inşaat ve LPS ilkelerinin, alt kademeden üst kademeye kadar tüm aktörler tarafından benimsenmesi ile sistemin olumlu etkilerinin sağlanacağı bulgusu çıkarılmıştır [70]. Ayrıca LPS uygulamasının etkili olabilmesi için uygulamanın kısmi olarak değil, projenin tasarım sürecinden itibaren tüm aşamalarında uygulanmasının gerekli olduğu kanısına varılmaktadır [71].

LPS konulu araştırmalarda yer verilen gelecek çalışma önerilerine ait analizler

LPS ile ilgili meta analizi dâhilinde incelenen akademik çalışmalarda yer verilen, 'gelecek çalışma önerileri' Çizelge 5.28 'de gösterilmiştir.

Çizelgeye göre, gelecek çalışma önerilerinden biri LPS ile bütünleşik kullanımı öngörülen modellerin, yapım şantiyelerinde test edilmesidir. İncelenen akademik çalışmalarda genel olarak, LPS kullanımının sürece olumlu katkıları değerlendirilmektedir. Yapım şantiyelerinde LPS kullanımıyla ilgili karşılaşılabilecek engeller ve proje katılımcılarının LPS kullanımına bakış açısını değerlendiren çalışmalar daha sınırlı sayıdadır. Bu nedenle araştırmalardaki diğer gelecek çalışma önerileri; yapım şantiyelerinde LPS kullanımı önündeki engellerin geniş çapta irdelenmesi, projelerdeki kısıtlamaların ve bu kısıtlamaların zaman çizelgesi üzerine etkilerinin irdelenmesi, proje katılımcılarının LPS hakkındaki farklı görüşlerinin değerlendirilmesi üzerine odaklanmaktadır. Bir diğer çalışma önerisi de LPS kullanımının yapım şantiyelerindeki güvenlik önlemleri üzerine etkisinin araştırılmasıdır.

Çizelge 5.28 LPS ile ilgili gelecek çalışma önerileri

GELECEK ÇALIŞMA ÖNERİLERİ
Lps ile entegre geliştirilen planlama ve kontrol modellerinin uygulanması ve test edilmesi
Projelerdeki kısıtlamaların sebeplerinin geniş çapta irdelenmesi ve bu kısıtlamaların zaman çizelgesi üzerine etkilerinin çalışılması
LPS uygulamacılarının, uygulama sürecinde karşılaştıkları zorlukların irdelenmesi
Yapım projelerinde yer alan farklı katılımcıların LPS algılarının araştırılması
Şantiyelerde güvenlik önlemlerinin arttırılması konusunda LPS sisteminin nasıl geliştirilebileceğinin araştırılması

5.3 Last Planner Sistem Yaklaşımlarının Uygulanmasına Yönelik Uzman Panel Değerlendirmesi

Araştırmanın bu bölümünde, meta analizi sonucunda elde edilen bulguların, Türk inşaat sektöründeki uzmanlar ile yapılan derinlemesine görüşmelerde tartışılması ve Last Planner sisteminin Türkiye'de uygulanabilirliğinin uzman görüş ve algıları açısından sorgulanması hedeflenmektedir.

5.3.1 Uzman Panel Değerlendirmesinin Amacı

Araştırmaya katkıda bulunan Türk inşaat sektöründeki uzmanların görüşleri, uzman panel değerlendirmesi yöntemiyle tartışılmıştır. Katılımcıların görüşlerinin uzman paneli formatında tartışılması, uzmanların tartışılan konuyla ilgili kişisel deneyim ve firkirlerini, konunun farklı yönlerini ele alacak şekilde sunmaları şekliyle, konunun farklı yönlerinin irdelenmesi açısından faydalı olmaktadır. Bu araştırmanın uzman paneli değerlendirmesi için, yarı yapılandırılmış görüşme metni hazırlanmış (EK B) ve uzman paneli 'derinlemesine görüşme formatında' planlanmıştır.

Derinlemesine görüşme, araştırılan herhangi bir konunun bütün boyutlarını kapsayan, daha çok açık uçlu soruların sorulduğu ve detaylı cevaplar alınmasına imkân veren, yüz yüze birebir görüşülerek bilgi toplanmasına imkân veren bir nitel veri toplama tekniğidir. Derinlemesine görüşmelerde, görüşmeye katılan kişinin duygu, bilgi, tecrübe ve gözlemlerine görüşme yoluyla ulaşılmaktadır [72].

Johnson ’a göre, derinlemesine görüşmelerdeki ‘derin’ kelimesi, görüşme yapılan kişinin gerçek hayatta yaşadığı günlük aktivite, olay ve mekânların bütün yönleriyle anlaşılmaya çalışılması şeklinde ifade edilmektedir [73].

Derinlemesine görüşmelerde cevabı ‘evet, hayır’ şeklinde olabilecek sorulardan çok, ‘nasıl, neden, kime’ soru kelimeleri ile başlayan açık uçlu sorular kullanılmaktadır. Bu sayede derinlemesine görüşmeler, anketler ve diğer veri toplama yöntemlerine göre araştırılan konu hakkında daha detaylı veri toplanmasını sağlamaktadır. Ayrıca görüşmedeki katılımcılar, kendilerini sohbet ortamında hissettikleri için konu hakkındaki görüşlerini daha rahat ifade edebilmektedirler [74].

Derinlemesine görüşmelerdeki kısıtlamalardan bazıları, görüşmelerden elde edilen verilerden çıkarılacak genel yargı ve değerlendirmelerin diğer yöntemlere göre daha zor yapılması ve görüşmelerin diğer yöntemlere göre daha çok vakit almasıdır.

Derinlemesine görüşmelerin aşamaları ‘*planlama, görüşme araçlarının belirlenmesi, bilgi toplama yönteminin belirlenmesi, bilginin toplanması ve bilginin analiz edilmesi*’ şeklindedir.

Bu araştırmada uzman görüşlerinin ‘derinlemesine görüşme’ yöntemiyle ele alınmasının amacı, Last Planner üretim kontrolü sisteminin Türk inşaat sektöründe kullanılmayan bir sistem oluşu ve sistem bileşenlerinin ancak derinlemesine görüşmeler yöntemiyle, uzmanların geçmiş deneyimleri ve sektör geçmişlerine dayanan görüşleriyle, değerlendirilebilecek oluşudur. Bu bağlamda uzman görüşlerinin derinlemesine görüşme yöntemi ile elde edilmesinin, anket veya diğer veri toplama yöntemlerine göre daha etkili olacağı düşünülmektedir. Araştırmada, derinlemesine görüşme yöntemi ile açık uçlu sorular kullanılarak katılımcıların konu hakkındaki yorum ve değerlendirmeleri alınmıştır.

Derinlemesine görüşme yönteminin kapsamı dâhilinde, inşaat sektöründe farklı kademe ve pozisyonlarda görev alan 10 inşaat sektörü uzmanı ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmelerin katılımcıları belirlenirken; yapım şantiyelerinde görev almış, en az 5 yıllık tecrübeye sahip ve inşaat sektöründe proje yönetimi / planlama ve kontrol süreçleriyle de ilgili olan uzmanlar olmaları göz önünde bulundurulmuştur. Görüşmelerden önce katılımcılara Last Planner üretim kontrolü sistemi ve sistem bileşenleri ile ilgili kısa bir

bilgi verilmiştir. Derinlemesine görüşme için kullanılan anket formu EK B' de gösterilmiştir.

5.3.2 Uzman Panel Değerlendirmesinin Bulguları

Derinlemesine görüşme kapsamında görüşülen inşaat sektörü uzmanları, K harfi ile kodlanmıştır. Katılımcılara ait meslek, deneyim süresi, çalıştıkları firmalardaki pozisyon bilgileri Tablo 5.29' da verilmiştir. Tabloya göre katılımcılar mimarlar ve mühendislerden oluşmakta ve inşaat sektöründe proje müdürlüğünden, planlama şefliğine, şantiye mühendisliğinden proje yönetim danışmanlığına kadar farklı pozisyonlarda görev almaktadırlar. Katılımcılardan 5'i, 20 yıldan fazla tecrübeye sahipken; 5 katılımcı 15 yıldan daha az tecrübeye sahiptir.

Çizelge 5.29 Derinlemesine görüşmelerin katılımcıları

Katılımcı	Meslek	Pozisyon	Deneyim Süresi
K1	Y.Mühendis Mimar	Proje Müdürü	45 yıl
K2	Mimar	Proje tasarım ve koordinasyon müdürü	33 yıl
K3	Y. Mimar	Proje Müdür Yard.	30 yıl
K4	Y.Mimar	Proje Tasarım Müdürü	28 yıl
K5	İnşaat Mühendisi	Planlama şefi	20 yıl
K6	İnşaat Mühendisi	Teklif Müdürü	12 yıl
K7	Y. İnşaat Mühendisi	Şantiye mühendisi	8 yıl
K8	Y.Mimar	Proje koordinatörü	7 yıl
K9	Mimar	Firma sahibi	7 yıl
K10	Y.Mimar	Proje yönetim koordinatörü	6 yıl

Derinlemesine görüşmelerde katılımcılara ilk olarak *'yalın inşaat ve Last planner sistemi hakkında bilgilerinin olup olmadığı'* sorulmuştur ve alınan cevaplar doğrultusunda 10 katılımcıdan sadece 2'sinin LPS yöntemi hakkında kısmi bilgisi olduğu görülmüştür. Katılımcıların %80'inin LPS yöntemi hakkında bilgisi bulunmamaktadır. Bu bağlamda, yalın inşaat ve LPS yönteminin Türk inşaat sektöründe bilinirliği olmayan konular olduğu çıkarımı yapılabilmektedir.

Katılımcılara yöneltilen ikinci soru, *'çalıştıkları yapım projelerinde süreç planlamasının ne şekilde yapıldığı'* yönündedir. Alınan cevaplar doğrultusunda; genelde işin konsept proje aşamasından uygulama aşamasına kadar tamamını kapsayan master planlar ve yıllık planlar yapıldığı cevabı alınmıştır. Bazı katılımcılar, çalıştıkları inşaat projelerinde aylık

planların dışında, haftalık ve hatta günlük çalışma programları yapıldığı yönünde açıklama yapmışlardır:

K1; *''İnşaat sürecindeki her iş kaleminin, şantiye uygulamalarına başlamadan planlanması gereklidir. İş planlama süreci; master planlar, aylık planlar ve haftalık planlar şeklindedir. Proje sürecindeki en önemli etmenler; projeler ve onaylatılmış mahal listeleridir. Mahal listesindeki birimlerle ilgili her bir iş kalemi birbiriyle bağlantılı olduğu için, planlama parçalı olarak değil, bütün olarak düşünülmelidir.''*

K5; *''Süreç planlaması master planlar, aylık planlar, haftalık planlar ve günlük planlar şeklinde yapılıyor. Haftalık planlarda; kendi oluşturduğumuz Excel formunda, gün gün hangi işlerin yapılacağı ve hangi işin ne kadar süreceği ile ilgili bilgileri işliyoruz*.''

Katılımcılara süreç planlaması ile ilgili dijital platformların kullanılıp kullanılmadığı sorusu yöneltildiğinde; katılımcıların tamamı çalıştıkları yapım projelerinde, süreç planlamasında dijital platformların kullanıldığı yönünde açıklama yapmışlardır. Alınan cevaplar doğrultusunda, süreç planlamasının genelde sadece Microsoft Excel ve MS Project gibi dijital platformlar yardımıyla yapıldığı görülmektedir.

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, '*inşaat sektöründe süreç planlamasındaki en etkin proje aktörlerinin kimler olduğu*' yönündedir. Seçmeli şıklar arasında; proje-inşaat müdürleri, genel yüklenici, alt yükleniciler, mühendis ve mimarlar, yönetici- genel müdür, işveren-malsahibi ve formen-şantiye şefi şıkları bulunmaktadır. Katılımcılardan gelen cevaplar doğrultusunda süreç planlamasındaki en etkin proje aktörü '*işveren-mal sahibi*' olarak görülmektedir. 10 katılımcıdan 7'si süreç planlamasındaki en etkin aktörün *işveren* olduğu yönünde cevap vermişlerdir. Katılımcıların, işverenden sonra en etkin gördüğü bir diğer proje aktörü *''proje müdürleri''dir*. Katılımcılardan 2'si süreç planlamasındaki en etkin aktörün 'mühendis-mimarlar' olduğu yönünde cevap vermişlerdir. Bu soru için katılımcılardan gelen yorumlardan bazıları şu şekildedir:

K5; *''Proje planlama sürecinde, sayılan tüm aktörlerin etkisi bulunmakta; fakat en etkili aktör işveren ve süreci etkileyen en önemli etmen de bütçe diyebiliriz. İşverenin maddi alım gücü, süreci ve iş akışını oldukça etkilemektedir. İşverenden sonra en etkili proje aktörleri proje müdürleridir, çünkü diğer tüm ekipler arasındaki planlama*

ve koordinasyon proje müdürleri tarafından sağlanmaktadır.''

Katılımcılara, 'alt yüklenicilerin de süreç planlamasına dâhil olup olmadığı' sorulduğunda katılımcıların %40'ı (4 katılımcı) alt yüklenicilerin süreç planlamasına dâhil olmadığını; katılımcıların %60'ı (6 katılımcı) alt yüklenicilerin süreç planlamasına dâhil olduğunu ifade etmişlerdir:

K1; *''Alt yüklenicilerin süreç planlamasına katılım şekli dolaylı yoldan olmaktadır, asıl süreç planlaması işverenin talepleri doğrultusunda üst düzey yöneticiler ve proje müdürleri tarafından yapılmaktadır. Alt yüklenicilerin de bu plana uymaları beklenmektedir.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, '*bulundukları yapım projelerinde, alt yüklenicilerin anahtar teslim tarihleriyle ilgili taahhütlerinin güvenilirlik oranının nasıl değerlendirildiği*' yönündedir. Katılımcıların büyük bir kısmı, alt yüklenicilerin iş bitiş tarihleri ile ilgili verdikleri taahhütlerin güvenilir olduğu yönünde cevap vermişlerdir. Bu soruya verilen cevaplardan bazıları ise şu şekildedir:

K6; *''Belirtilen iş bitiş tarihleri genel olarak tutmakla birlikte, tam tarihinde tamamlanan proje oranı %10'dur. Bilgi akışında yaşanan aksaklıklar nedeniyle, iş akışının güvenilirliği etkisini yitirmektedir.''*

K1; *''Taşeronların verdikleri iş bitiş sürelerinin güvenilirlik oranı %60- %70'tir, verilen sürelerde işin tamamlanamaması inşaat projelerinde sık karşılaşılan bir problemdir, bu noktada taşeronlara baskı yapılarak verdikleri tarihlerde işi bitirmeleri sağlanmaya çalışılmaktadır.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, *'bulundukları yapım projelerinde, proje aktörleri arasındaki iletişim ve koordinasyonun nasıl değerlendirdikleri'* yönündedir. Bu soruya katılımcıların bir kısmı olumlu yönde cevap verirken; bir kısım katılımcı olumsuz yönde cevap vermektedir. Verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

K6; *''Günümüz şartları ve şantiyelerinde gözlemlediğim kadarıyla, ekipler birbirlerinin işlerini kolaylaştırıp hızlandırmaktansa, birbirlerini karalayıp işlerinin gecikmesi ile ilgili diğer ekipleri suçlama ve sorumlu tutma eğilimindeler.''*

K1; *''Projelerde ekipler arası kopukluklar oluyor, genelde alt yükleniciler kendi*

aralarında iletişim halinde olmuyor, proje müdürü vasıtısayla dolaylı olarak iletişim kuruluyor. Biz bu sorunu, tüm taşeronların ekli olduğu bir mail grubuyla çözmeye çalışıyoruz. İşini bitiren taşeronlar, bu mail adresi üzerinden mail atıyor ve diğer taşeronlarla da iletişim bu sayede kurulmuış oluyor.''

K3; *''İş grupları arası sorunlar sıklıkla çıkar, özellikle işin zamansal olarak sıkıştığı dönemlerde, taşeronlar birbirleri ile daha çok sorun yaşamaya başlıyor.''*

K7; *''İş ekipleri arası iletişim ve koordinasyonu iyi buluyorum. Haftalık proje toplantılarında mühendis ve mimarlarla yapılan görüşmelerle süreç takip ediliyor. Benzer şekilde haftalık taşeron toplantılarında, taşeron sorumluları ile ana yüklenicideki sorumlu kişiler arası koordinasyon sağlanıyor.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, '*bulundukları yapım projelerinde, gelecek iş kalemleri önündeki kısıtlamaların tahlillerinin yapılıp yapılmadığı ve yapılıyorsa kim tarafından yapıldığı'* yönündedir. Katılımcılar bu soruya genel olarak kısıtlamalarla ilgili tespitler yapıldığı yönünde cevap vermektedirler. Katılımcıların 9'u bu tespitlerin yapıldığı yönünde cevap vermişlerdir. Fakat bu tespitlerin yapılma şekli ve tespitlerin yapılmasından sorumlu kişiler, şirketten şirkete farklılık gösterebilmektedir. Bu bağlamda bu soruya verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

K7; *''Gelecek işlerle ilgili kısıtlama tahlilleri proje müdürü ve şantiye şefi tarafından yapılmaktadır.''*

K3; *''Gelecek işlerle ilgili kısıtlamalar; proje müdürleri, şantiye şefleri, grup şefleri ve teknik personel arasında yapılan haftalık toplantılarda belirlenmektedir.''*

K5; *''Gelecek işlerle ilgili kısıtlamalara ait analizler; üst yönetim ve proje müdürleri tarafından yapılmaktadır.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, '*bulundukları yapım projelerinde üretim kontrolü yapılıp yapılmadığı, yapılıyorsa nasıl ve kim tarafından yapıldığı ve tamamlanan işlerle ilgili verimlilik ölçümlerinin yapılıp yapılmadığı'* yönündedir. Bu soru için verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

K1; *''Günlük faaliyet raporlarımız yardımıyla (GFY) biten ve bitmeyen işlerin takibi yapılıyor. Günlük faaliyet raporlarında hangi taşeronun hangi iş için kaç eleman*

kullandığı yer alıyor, bu raporlar yardımıyla bitmeyen işlerle ilgili, ana yüklenici tarafından, sorumlu taşeronun ekip sayısını arttırması yönünde baskıda baskıda bulunuluyor.''

K2; *''Kalite kontrol prosedürlerimize göre bu planlamalar yapılıyor. Malzeme giriş kalite kontrolü, süreç kalite kontrolü ve çıkış kalite kontrolleri her aşamada yapılmaktadır.''*

K8; *''Üretim kontrolü zaman zaman yapılıyor. Özellikle büyük ihalelerde üretim kontrolü planlaması yapılıyor, küçük işler için genelde tamamlanan işlerler ilgili verimlilik ve kalite ölçümü yapılmıyor.''*

K6; *''Tamamlanmış işler ile ilgili kalite ve verimlilik ölçümü yapılmamaktadır.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soru, '*tamamlanmayan işlerin tamamlanmama sebepleri ve sorumlu kişilerin ne şekilde tahlil edildiği'* yönündedir. Bu soru için, katılımcıların hepsi tamamlanmayan işlerin ve bu işlerden sorumlu kişilerin tahlilinin yapıldığı yönünde cevap vermişlerdir. Verilen cevaplara göre bu tahlillerin yapılma şekli farklılık gösterebilmektedir. Soruya verilen cevaplardan bazıları şu şekildedir:

K3; *''Süreç kontrollerinde tamamlanmayan bir iş varsa anında tamamlanmak üzere faaliyet programı yapılır ve iş tamamlanır.''*

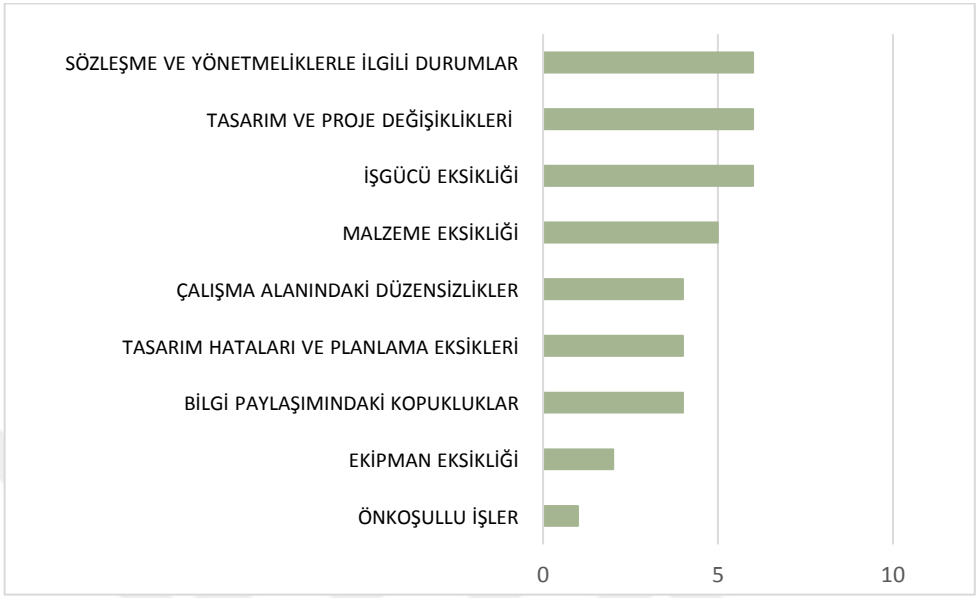
K6; *''Tamamlanmayan işler ile ilgili araştırma yapılmaktadır. Bu araştırma, işverene bağlı proje yöneticileri, mimarlar ve mühendisler tarafından yapılmaktadır. Tamamlanmayan işin malzeme, işçilik veya saha ortamı gibi durumlardan hangisi ile ilgili olduğu araştırılmaktadır.''*

Katılımcılara yöneltilen bir diğer soruda, katılımcılardan *'projedelerde gecikmelere ve verimsizliklere sebep olan etmenlerden öncelikli olanları belirtmeleri'* istenmiştir. 10 katılımcıdan alınan cevaplar doğrultusunda, projelerde gecikmelere neden olan etmenler önem sırasına göre Çizelge 5.30'da gösterilmiştir.

Katılımcılardan alınan cevaplar doğrultusunda, Türk inşaat sektöründe projelerde gecikmelere ve verimsizliklere neden olan en önemli etmenler; *'sözleşme ve yönetmeliklerle ilgili durumlar, tasarım ve proje değişiklikleri ve işgücü eksikliği'*dir. Gecikmelere ve verimsizliklere neden olan diğer etmenler sırayla; malzeme eksikliği,

çalışma alanındaki düzensizlikler, tasarım hataları ve planlama eksikleri, bilgi paylaşımındaki kopukluklar, ekipman eksikliği ve önkoşullu işlerdir.

Çizelge 5.30 Katılımcılara göre projelerde gecikmelere neden olan etmenler



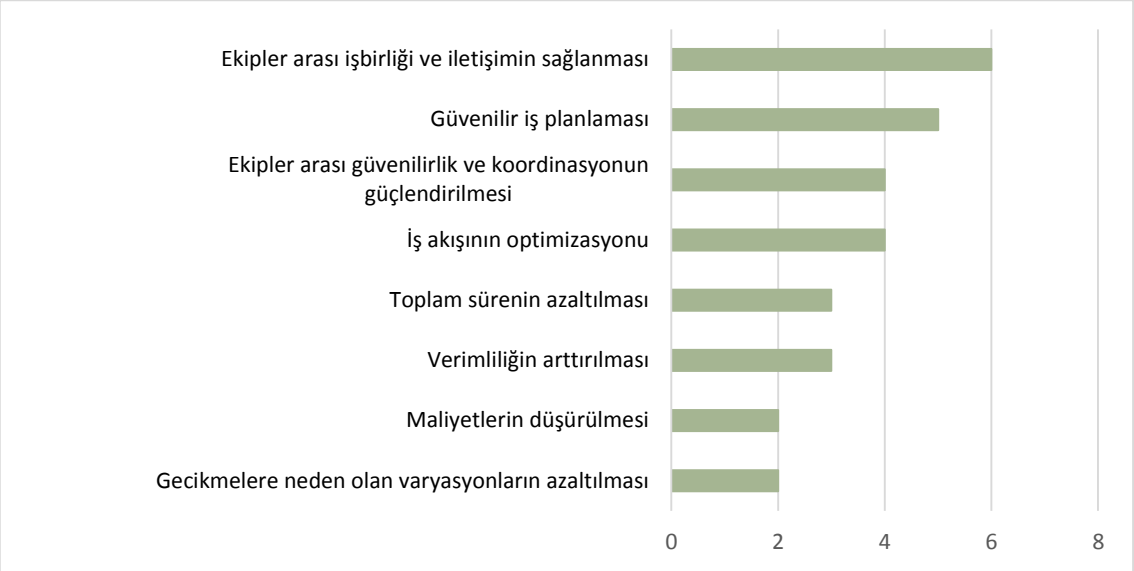
Bu soruyla ilgili katılımcılardan alınan cevaplardan bazıları ise şu şekildedir:

> K5; *''İşgücü eksikliği, malzeme ekslikliği, ekipman eksikliği gibi faktörlerin hepsi projelerde gecikmelere ve verimsizliklere neden olmaktadır. Fakat bu faktörlerin altında yatan esas sebep bütçedir. Alt yüklenicilerin genel yükleniciden aldığı ödeme veya alt yüklenicilerin kendi çalışanlarına yaptığı ödemelerde sıkıntı varsa işler yapılmayabiliyor ve programda sarkmalar olabiliyor.''*

Katılımcıların, '*LPS yönteminin Türk inşaat sektöründe kullanılması durumunda en çok hangi konularda faydalı olabileceği*' sorusuna verdikleri cevaplar doğrultusunda, Türk inşaat sektöründe LPS yönteminin kullanımının en çok *'ekipler arası işbirliğinin ve iletişimin sağlanması'* konusunda faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır (Çizelge 5.31).

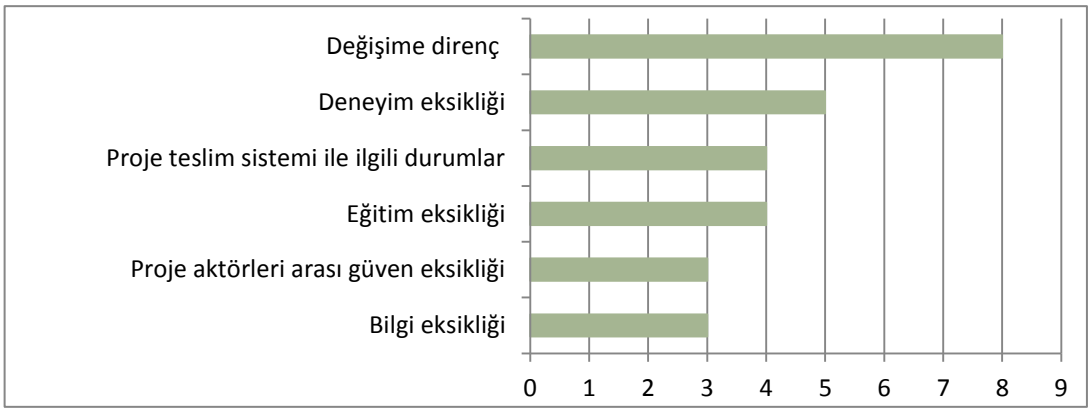
Katılımcılara göre LPS' nin etki sağlayabileceği diğer önemli alanlar sırasıyla; güvenilir iş planlamasının sağlanması, ekipler arası güvenilirlik ve koordinasyonun güçlendirilmesi, iş akışının optimizasyonu, toplam sürenin azaltılması, verimliliğin arttırılması, maliyetlerin düşürülmesi ve gecikmelere neden olan varyasyonların azaltılmasıdır.

Çizelge 5.31 Katılımcılara göre LPS kullanımının en faydalı olabileceği konular



Katılımcılardan, '*LPS gibi yeni bir yöntemin Türk inşaat sektöründe kullanımı önünde engel teşkil edebilecek durumları değerlendirmeleri'* istenmiştir. Türk inşaat sektörü uzmanlarına göre LPS gibi farklı bir yöntemin, proje planlama ve üretim kontrolünde kullanımının önündeki olası en büyük engel *'değişime direnç'* olacaktır. Katılımcılardan alınan cevaplar doğrultusunda, LPS kullanımı önündeki olası diğer engeller sırasıyla; deneyim eksikliği, proje teslim sistemi ile ilgili durumlar, eğitim eksikliği, proje aktörleri arasındaki güven eksikliği ve bilgi eksikliğidir.

Çizelge 5.32 Katılımcılara göre LPS kullanımının önündeki engeller



Katılımcılara, 'LPS yönteminin kullanımının Türk inşaat sektörüne olumlu katkıda bulunacağını düşünüyor musunuz?' sorusu yöneltildiğinde; katılımcıların tamamı olumlu yönde yanıt vermişlerdir. Katılımcılardan bu konu hakkında gelen değerlendirmelerden

bazıları ise şu şekildedir:

K5; *‘‘Böyle bir sistemin kullanımı her şekilde faydalı olacaktır; fakat sistem, işveren ve üst düzey yöneticiler tarafından da üstlenilmelidir. İnşaat sektöründe gelişmiş planlama sistemleri kullanan firmalar da varken, inşaat fimalarının çoğu hakediş bazlı, geleneksel sistemler kullanmayı tercih etmektedirler. Bu noktada, böyle bir sistem kullanım tercihi şirket kültürüyle ilgili olmaktadır. Sistemle ilgili verilecek bir eğitimin ardından, sistemin olumlu etkilerinden fayda sağlanabilecektir.’’*

K8; *‘‘Böyle bir sistem kullanmadan önce gerekli eğitimin verilmesi gereklidir. Aksi halde büyük bir direnç ve alışkanlıkların devam ettirilmeesi gibi durumlar söz konusu olacaktır. Böyle bir yöntem doğru bir şekilde organize edildiğinde, sürece olumlu katkı sağlayacaktır. Özellikle iş programı takibi doğru yapılmış ve her paydaş sorumluluğunu doğru takip etmiş olacaktır.’’*

K10; *‘‘Böyle bir yöntemin daha sistematik olduğunu düşünüyorum. Özellikle standart yöntemlere göre (Primevera vb. gibi) daha çok katılımcı ve paydaşı içine alıyor, bu sebeple uzun vadede proje performansını olumlu yönde etkileyeceğini düşünüyorum*.’’

Katılımcılara yöneltilen son soru ise, *‘kendi bulundukları ve bulunacakları yapım projelerinde LPS gibi bir tekniğin kullanımını tercih edip etmeyecekleri’* yönündedir. Katılımcıların tamamı da bu konuda olumlu yanıt vermişlerdir. Fakat katılımcıların bazılarının, LPS kullanımı konusunda tereddütleri bulunmaktadır. Bu soruyayla ilgili yapılmış katılımcı değerlendirmelerinin bazıları şu şekildedir:

K4; *‘‘Sistem kullanımını kendi bulunduğum yapım projelerinde deneyimlemek isterim ama önce programı iyice tanımak gerektiğini düşünüyorum. Verilecek bir eğitimin ardından, sistemi önce küçük çaplı bir projede denerim. Sistem olumlu yönde etki gösterirse diğer projelerde de kullanılabilir.’*

K5; *‘‘LPS gibi bir teknik kullanılabilir. Planlamada tüm ekiplerin bir araya gelmesi faydalıdır; fakat tüm ekipleri bir araya getirmek zor olabilir. Ayrıca toplantılar kısa olmalı ve toplantılarda kilit noktalar konuşulmalı. Aksi takdirde zaman kaybı olabilir ve şantiye ekiplerinin asıl yapmaları gereken işlerin gecikmesine neden olabilir. Bu noktada toplantıların yürütücüsü proje müdürünün ekipleri bir araya getirmedeki*

deneyimi önemlidir.''

K8; *''Böyle bir sistemin kullanımını tercih ederim; çünkü böyle bir teknik kullanımıyla, ekipler kendi işlerini daha verimli ve zamanına göre planlayabilecek ve ekip çalışması aktifleştirilecektir. Bu şekilde doğru takiple zaman israflarının da önüne geçilmiş olunacaktır. Fakat sistem kullanımından önce iyi bir planlama ve eğitim gereklidir.''*

Tezin bir sonraki bölümü olan 'Sonuç ve Öneriler' bölümünde, bu bölümde incelenen araştırmalara ait 'meta analizi' bulguları ve 'uzman panel değerlendirmeleri' ile elde edilen Türk inşaat sektörü uzmanlarının LPS algıları ve görüşleri karşılaştırılacaktır. Meta analiz bulgularından elde edilen 'dünyada LPS kullanımı' ve uzman panel görüşlerinden elde edilen 'sistemin Türk inşaat sektöründe kullanılabilirliği' olguları karşılaştırılarak bir değerlendirmeye varılacaktır.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Last Planner Sistemi (LPS), inşaat sektöründe yapım sürecine dâhil olan tüm aktörlerin süreç planlamasına aktif olarak katıldığı ve süreçteki iş akışına engel olabilecek tüm kısıtlamaların tahlil edilerek ortadan kaldırıldığı, bu sayede iş akışının sürekliliğinin ve güvenilirliğinin sağlandığı bir yalın inşaat yöntemidir. Ayrıca PPC gibi araçlarla, tamamlanan iş yüzdesinin kontrol edilerek, tamamlanmayan işlerin asıl sebeplerinin ve bu işlerden sorumlu ekiplerin belirlenmesi, LPS yönteminin bir başka odak noktasıdır. Bu sayede yapım sürecindeki üretimin kontrolü de sağlanmış olmaktadır. Yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner Sistemi, klasik tip üretimlerdeki itme sistemi yöntemleri (push driven methods) yerine 'çekme sistemi' (pull driven methods) yöntemlerinin kullanılmasını esas almaktadır. Last Planner yani 'son planlayıcı' sistemi, aynı zamanda süreçteki tüm iş kalemlerinin projenin başından itibaren planlanmış olmasından ziyade; ana programlar ve aşama programlarının ardından 'ileriye yönelik planlar' ile yapımı yaklaşan iş kalemlerinin planlanmasını esas almaktadır. Bu şekilde yapım sürecinde; ekipman, malzeme, işgücü gibi kaynakların gerektiği kadar ve gerektiği zamanda kullanımı sağlanmakta ve süreç 'aşırı stok, işgücü ve ekipmanın gereksiz yer değişimi, fazla üretim' gibi israflardan da arındırılmış olmaktadır. Sürecin israflardan arındırılmasıyla, süreçteki katma değeri olmayan aktivitelerin süreçten elenmesi sağlanmakta ve bu sayede yapım sürecinin hem kısaltılması hem de katma değeri olan aktivitelerin, yani nihai ürüne değer katan aktivitelerin etkinliğinin arttırılması şeklinde müşteri tarafından beklenen değer sağlanmış olmaktadır. Bu sayede LPS gibi yalın inşaat

yöntemleri, günümüzde inşaat sektöründe karşılaşılan birçok probleme de yardımcı olabilecek nitelikte oluşu açısından değerlidir.

Bu tez çalışmasında; 'Türk inşaat sektöründe yalınlık bilinci ve LPS gibi alternatif yalın inşaat yöntemleri konusundaki farkındalık eksikliği' gibi bir çıkış noktası üzerinden, LPS yöntemi üzerine dünya genelinde yapılmış 98 adet akademik çalışma, meta analizi yöntemiyle incelenmiştir. Meta analizi yardımıyla LPS yönteminin odak noktaları, kullanım alanları, inşaat sektörüne faydaları ve kullanımı önündeki engeller gibi başlıklar araştırılmıştır. Meta analizi ardından, meta analizi sonuçlarından yola çıkılarak hazırlanmış sorular yardımıyla, Türk inşaat sektöründen 10 uzman ile yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler ile Türk inşaat sektöründeki uzmanların, inşaat sektöründe yalınlık bilinci ve LPS kullanımı üzerine görüşleri alınmıştır. Tezin bu bölümünde meta analizi sonuçları ve derinlemesine görüşmeler yardımıyla elde edilen uzman algılarının karşılaştırılması ve değerlendirimesi yapılacaktır. Çizelge 6.1, tez kapsamında geliştirilen araştırma soruları üzerinden meta analiz bulgularının ve uzman panel görüşmeleri sonucunda elde edilen Türk inşaat sektöründen uzmanların LPS algısına yönelik bulguların karşılaştırmasını göstermektedir.

Çizelge 6.1 Meta analizi ve uzman görüşleri bulgularının karşılaştırması

Araştırma Soruları	Meta analiz bulgularına göre dünya genelindeki LPS uygulamaları	Uzman panel görüşleri bulgularına göre Türk inşaat sektöründeki mevcut durum
1- Süreç planlaması	Ana programlar, aşama programları, ileriye yönelik planlar, haftalık programlar	Ana programlar, yıllık programlar, aylık programlar, haftalık programlar
2- Kullanılan bilgisayar programı ve dijital platformlar	Excel, BIM destekli programlar, Kısıtlama analizleri, yapıma hazırlama tablosu vb.	Ms. Project, Microsoft Excel vb.
3-Süreç planlamasındaki en etkin proje aktörleri	Alt yükleniciler	İşveren / malsahibi
4- Alt yüklenicilerin yapım süreci planlamasına dâhil oluş şekli	Etkin olarak dâhil	Kısmen dâhil
5-Alt yüklenicilerin teslim süresi taahhütlerinin güvenilirlik oranı	Yüksek, LPS kullanımı güvenilirlik oranını arttırmakta	%60-70, zaman zaman zaman aşımları ve hatalı bilgi paylaşımları meydana gelmekte

Çizelge 6.1 Meta analizi ve uzman görüşleri bulgularının karşılaştırması (Devamı)

Araştırma Soruları	Meta analiz bulgularına göre dünya genelindeki LPS uygulamaları	Uzman panel görüşleri bulgularına göre Türk inşaat sektöründeki mevcut durum
6- Ekipler arası işbirliği ve iletişim seviyesi	LPS toplantıları yardımıyla ekipler arası iletişim ve işbirliği güçlendirilmekte	Ekipler arası iletişimde kopukluklar var, iletişim proje müdürü aracılığıyla dolaylı yoldan sağlanmakta
7- Gelecek iş kalemleri ile ilgili kısıtlama tahlilleri	Kısıtlama analizleri, yapıma hazırlama tabloları gibi araçlarla kısıtlama tahlilleri yapılıp, kısıtlamalar ortadan kaldırılmakta	Tespitler yapılıyor fakat genelde şantiye ortamında proje müdürleri, şantiye şefleri tarafından yapılıyor, yazılı tutanak yok
8-Üretim kontrolü planlaması, verimlilik ölçümleri	PPC yardımıyla üretimin kontrolü yapılmakta, tamamlanmayan işler ve nedenleri tespit edilmekte	Günlük faaliyet raporları yardımıyla, işlerin yavaşlaması durumunda proje müdürleri tarafından taşeronlara baskı yapılıyor
9- Tamamlanmayan işlerin tespiti	Tamamlanmayan işlerin tespiti ve sebepleri tüm katılımcıların birlikte olduğu LPS toplantılarında belirleniyor	Tespit proje müdürleri, mühendis ve mimarlar tarafından yapılıyor
10- Projelerdeki gecikmelerin ve varyasyonların sebepleri	İşgücü eksikliği, tasarım hataları ve planlama eksiklikleri, malzeme eksikliği vb.	Sözleşme ve yönetmeliklerle ilgili durumlar, tasarım ve proje değişiklikleri
11- LPS' in en faydalı olduğu alanlar	Güvenilir planlama, verimliliğin arttırılması, ekipler arası işbirliği, iletişim ve koordinasyonun güçlendirilmesi	Ekipler arası işbirliği ve iletişimin güçlendirilmesi, planlamanın güvenilirliği
12- LPS kullanımı önündeki engeller	Personelin değişime karşı direnci, LPS hakkında bilgi eksikliği, eğitim eksikliği, dil ve kültür farklılıkları	Değişime direnç, deneyim eksikliği, proje teslim sistemiyle ilgili durumlar

Derinlemesine görüşmelerden elde edilen veriler, yalın inşaat ve LPS sisteminin, Türk inşaat sektöründe bilinir ve kullanılır bir sistem olmadığını desteklemektedir. 10 katılımcıdan 8'i LPS sistemi hakkında bilgi sahibi değilken, 2 katılımcı konu hakkında kısmi bilgiye sahip olduklarını beyan etmişlerdir. Buna karşılık çizelgede de görüldüğü üzere, katılımcılara kendi bulundukları yapım projelerinde süreç planlamasının nasıl yapıldığı sorusu yöneltildiğinde; genel olarak master programlar, yıllık programlar, aylık programlar ve haftalık programların hazırlandığı bilgisine ulaşılmıştır. Bu planlama sistemi, LPS yönteminin 'ana program, aşama programı ve haftalık programlar' kısmı ile

uyuşmaktadır. LPS sisteminde farklı olarak, 2-6 haftalık yakın gelecekteki iş kalemlerinin planlandığı 'İleriye yönelik planlar' (Look ahead) kullanılmaktadır.

Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda, Türk inşaat sektöründe kullanılan zaman çizelgeleri ve LPS yönteminde kullanılan zaman çizelgeleri değerlendirildiğinde; Türk inşaat sektöründe sürecin en başından tüm iş kalemlerinin planlanması gerekliliği yani itme tipi bir planlama yöntemi kullanma eğilimi olduğu görülmektedir. LPS yönteminde ise çekme tipi, yani proje için kilit tarihler ve aşama programları dışında, her işin yapımına yaklaşıldığı tarihte planlanmasını esas alan (yapılacak işten önceki 2-6 haftalık süreci kapsayan ileriye yönelik planlar yardımı ile) bir planlama yöntemi eğilimi olduğu görülmüştür.

Last Planner Sistemi'nin kapsamlı olarak irdelendiği meta analizi sonuçlarına göre, yapım sürecindeki en etkin aktörlerin 'alt yükleniciler' olduğu görülmektedir. Nitekim LPS, normal şartlarda kendi aralarındaki iletişimi pek olası olmayan alt yüklenicilerin, aynı çatı altında bir araya gelmesini ve iş bitiş tarihleri ile ilgili güvenilir taahhütlerde bulunmalarını sağlayan, bu sayede ekipler arası işbirliği ve koordinasyonun güçlendirilmesine yardımcı olan bir yalın inşaat yöntemidir. Buna karşın, Türk inşaat sektöründe faaliyet gösteren uzmanlara göre; süreç planlamasındaki en etkin aktörler *'işveren ve mal sahibi'*dir. İşverenin mali gücü ve istekleri, yapım süreci planlamasını da şekillendirmektedir. İşverenden sonra süreç planlamasındaki diğer etkin proje aktörleri ise proje müdürleri, mimar ve mühendislerdir. Bu bağlamda Last Planner Sistem'e göre süreç planlamasında alt yüklenicilerin etkinliği oldukça güçlü iken, Türk İnşaat sektöründeki uzmanlara göre alt yükleniciler süreç planlamada pek de etkin bir role sahip değillerdir. Alt yüklenicilerin sürece katılımı, proje müdürleri ve genel yüklenicinin veya işverenin baskısı ile dolaylı yoldan olmaktadır.

Uzman görüşlerine göre, Türk inşaat sektöründe, alt yüklenicilerin iş bitiş tarihleri ile ilgili verdikleri taahhütlere uyma oranları %60-70 oranlarında seyretmektedir. Uzmanların görüşlerine göre, inşaat sektöründeki ekipler arası iletişim ve koodinasyonlardaki kopukluklar, bilgi paylaşımındaki eksiklikler ve iletişim zayıflıkları, yapım şantiyelerinde sıkça karşılaşılan problemler arasında görülmektedir. Bu nedenle, Last Planner Sistem gibi, alt yükleniciler de dâhil olmak üzere, inşaat sürecine katılan tüm paydaşların ortak

bir çatı altında buluştuğu ve paydaşlar arasındaki güveni pekiştiren ve koordinasyonu güçlendiren yöntemler, sektörde karşılaşılan bu problemlere çözüm olabilecek niteliktedir.

Uzmanların görüşlerine göre şantiyelerde, gelecek iş kalemlerinin önündeki kısıtlamaların ve engellerin tahlilleri yapılmaktadır. Fakat bu tahliller çoğunlukla, proje müdürleri, şantiye şefleri ve sahadaki teknik ekipler tarafından yapılmaktadır. Yani kısıtlamaların tahlilleri belirli bir ekibin sorumluluğunda olmaktadır. Kısıtlamalar için, LPS yönteminde kullanılan kısıtlama tutanakları gibi herhangi bir yazılı belge kullanılmamaktadır. Türk inşaat sektöründe kısıtlama tahlilleri, genellikle proje müdürü ve şeflerin kontrolünde, işveren veya genel yükleniciler ile yapılan toplantılarda kısıtlamalar ile ilgili görüşme yapılarak ve bu kısıtlamaların kaldırılması için çözüm aranarak gerçekleştirilmektedir.

LPS yönteminin önemli bir odak noktası ise '*üretim kontrolü*' dür. LPS yönteminde, PPC (Percent plan complete) ölçümleri ile haftalık tamamlanması planlanan işler ile tamamlanan işler arasındaki oran belirlenmektedir. LPS kullanımının amacı, PPC oranlarını yükseltmek ve yapım sürecindeki verimliliği arttırmaktır. Ayrıca bu ölçümler ile tamamlanmayan işlerin neler olduğu ve tamamlanmama sebepleri belirlenmekte ve anında müdahale sağlanmaktadır. Türk inşaat sektöründeki uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde, sektörde üretim kontrolünün yine proje müdürü ve sahadaki teknik ekipler tarafından, haftalık veya günlük faaliyet raporları yardımıyla yapıldığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu raporlar yardımıyla, tamamlanmayan işlerin neler olduğu belirlenmekte ve genellikle proje müdürü veya genel yüklenici tarafından, tamamlanmayan işten sorumlu alt yükleniciye, işgücünü ve personel sayısını arttırma yönünde baskı kurulduğu bir yol izlenmektedir. Üretim kontrolü daha çok tamamlanmayan iş miktarına odaklanmakta iken, tamamlanan işler ile ilgili genellikle bir kalite kontrolü yapılmamaktadır. Bu durum da bazı hatalı uygulamalara ve müşteri (işveren / malsahibi) tarafından beklenen ürün kalitesindeki düşüşe neden olabilmektedir.

Meta analizi kapsamındaki çalışmalarda, inşaat sektöründe gecikmelere, olumsuz varyasyonlara ve verimsizliklere neden olan etmenlerin irdelendiği çalışmalar da sıkça

yer almaktadır. Akademik çalışmalarda sıkça yer alan bu etmenler 'işgücü eksiklikleri, tasarım hataları ve planlama eksiklikleri, malzeme eksiklikleri ve bilgi paylaşımındaki eksiklikler' olarak ön plana çıkmaktadır. Türk inşaat sektöründen uzmanlarla yapılan görüşmeler neticesinde ise, Türk inşaat sektörü için gecikmelere ve verimsizliklere neden olan etmenler; sözleşme ve yönetmeliklerle ilgili durumlar, tasarım ve proje değişiklikleri, işgücü eksiklikleri ve malzeme eksiklikleri olarak ön plana çıkmaktadır. Bu bağlamda, Türk inşaat sektöründe; ekipler arası sözleşmelerdeki anlaşmazlıkların ve yönetmeliklerdeki değişimlerin, işverenin değişen isteklerine ve değişen iş koşullarına göre, proje kapsamındaki değişikliklerin ve hatta projelerin tasarımındaki değişimlerin, diğer ülkelere kıyasla daha çok iş gecikmelerine ve verimsizliklere neden olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Meta analizi kapsamındaki çalışmalarda sıkça yer alan bir diğer konu ise, LPS yönteminin inşaat sektörüne getirdiği faydalardır. Meta analizi verilerine göre bu faydalar arasında; güvenilir planlama, verimliliğin arttırılması, ekipler arası işbirliği ve koordinasyonun güçlendirilmesi, ekipler arası iletişimin güçlendirilmesi gibi hususlar öne çıkmaktadır. Türk inşaat sektöründeki uzmanlara göre ise LPS gibi bir yöntem kullanılmasının sağlayacağı en önemli fayda; güvenilir planlamadan çok 'ekipler arası işbirliği ve iletişimin güçlendirilmesi' olacaktır. Bu bağlamda LPS gibi bir yöntemin kullanımı Türk inşaat sektöründe sıkça karşılaşılan, sürece katılan tüm aktörler arasındaki bilgi paylaşımı ve iletişim eksikliğinden kaynaklanan, iş akışındaki aksamalara çözüm olabilecek niteliktedir. Uzman görüşlerine göre LPS kullanımı, güvenilir planlama, ekipler arası güvenilirliğin güçlendirilmesi ve iş akışının optimizasyonu açısından da fayda sağlayacaktır.

Meta analizi kapsamındaki çalışmalarda sıkça yer alan bir diğer konu ise, inşaat sektöründe LPS yönteminin kullanımı önündeki engellerdir. Araştırma kapsamındaki araştırmalardan elde edilen bulgular doğrultusunda, LPS gibi inşaat sektörü için yeni sayılabilecek bir yöntem kullanımının önünde, sadece Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde değil, gelişmiş ülkelerde de birtakım engeller olduğu görülmektedir. 98 adet akademik çalışmadan elde edilen meta analiz sonuçlarına göre bu engellerden en önemlileri; 'değişime direnç, yetersiz bilgi, eğitim eksikliği, dil ve kültür farklılıkları'dır. Türk inşaat sektöründeki uzmanlarla yapılan görüşmelerin sonuçlarına göre de LPS gibi

farklı bir yöntemin kullanımı önündeki en büyük engel, yapım sürecindeki aktörlerin değişime karşı direncidir. Uzman görüşlerine göre özellikle saha personeli ve diğer paydaşlar, alışkın oldukları planlama sistemlerini kullanma yönünde eğilimlidirler. Ayrıca farklı bir sistem kullanımındaki deneyimsizlik de yapım sürecindeki aktörlerin farklı sistemlerin kullanımına direnç göstermesine sebep olmaktadır. Akademik çalışmalardaki sonuçlardan farklı olarak Türk inşaat sektöründe, proje teslim sisteminin türü de farklı bir sistem kullanımı konusunda kısıtlayıcı olmaktadır. Özellikle 'Tasarla- teklif ver- inşa et' (Design – bid- build) tarzı geleneksel sistem proje teslim yöntemlerinde, LPS gibi çekme sistemi planlama yöntemlerinin kullanılmasının uygun olmayabileceği kanısı hâkimdir.

LPS konusundaki meta analizinin ve uzman görüşlerinin ayrışan yönlerine rağmen, Türk inşaat sektöründen görüşme yapılan uzmanların birçoğu, LPS gibi bir planlama ve üretim kontrol modelinin kullanımının Türk inşaat sektörüne olumlu yönde katkı sağlayabileceği yönünde görüş bildirmişlerdir. Katılımcıların tamamı böyle bir sistemi kendi bulundukları ve bulunacakları yapım projelerinde kullanmayı tercih edebileceklerini belirtmişlerdir. Fakat görüşme sonuçlarından da anlaşılabileceği üzere, böyle bir planlama yönteminin kullanımı ancak işveren ve üst düzey yöneticiler de dâhil olmak üzere sistemin, yapım sürecindeki hem üst kademe, hem de alt kademedeki aktörlerin tümü tarafından üstlenilmesi ile etkili olacaktır. Bunun için de sistem kullanımınından önce, yapım süreci aktörlerinin yalın inşaat ve LPS yöntemi ile ilgili eğitim almaları gerekli olmaktadır. Bu eğitim için gerekli bütçeyi ve zamanı ayırmak da işverenin ve üst düzey yöneticilerin sorumluğundadır. Ayrıca her biri birbirinden bağımsız olan alt yüklenicilerin ve şantiye ekiplerinin (formen, şantiye şefi, saha mühendisleri gibi) planlama sürecine ve LPS toplantılarına aktif katılımının sağlanması, Türk inşaat sektöründe LPS gibi bir sistem kullanımında karşılaşılabilecek problemlerden bir diğeridir. Bu noktada da alt yüklenicileri ve diğer ekipleri bir araya getirecek proje müdürlerinin kalifiye oluşu ve sistem hakkındaki bilgisi önemli olmaktadır. LPS konusunda verilecek eğitimler ile hem yapım sürecine dâhil olacak aktörlerin sistem hakkındaki farkındalıkları arttırılacak, hem de her ekibin kendi sorumluluklarını tam zamanında ve doğru bir şekilde yerine getirmeleri sağlanacaktır.

Türkiye'de inşaat sektörünün en etkin aktörleri işverenler, üst düzey yöneticiler ve proje müdürleridir. Genellikle süreç planlaması bu aktörler tarafından yapılmakta ve diğer ekiplerin bu planlamaya uymaları beklenmektedir. Çoğu zaman da, alt yüklenicilere ve teknik ekiplere yapacakları işi daha kısa sürelerde bitirmeleri yönünde baskı uygulanarak, toplam süre kısaltılmaya çalışılmaktadır. Bu duruma neden olan da proje aktörleri arası güven eksikliğidir. Hâlbuki bu baskılar, ekiplerin motivasyonlarının düşmesine ve sahada hatalı imalatlar yapılmasına neden olabilmekte, bu durum da hem toplam sürenin uzamasına hem de üretimin kalitesinin düşmesine neden olabilmektedir. Bu bağlamda, Türk inşaat sektöründe LPS gibi bir yöntemin kullanılması; hem proje müdürleri üzerindeki yükü azaltacak, hem de diğer aktörlerin de sürece aktif katılımı ile sürecin şeffaflaştırılmasına yardımcı olacaktır. Süreçteki tüm aktörler arasında sorumluluk paylaşımı yapılmış olacak aynı zamanda LPS toplantıları aracılığıyla, proje aktörleri arası işbirliği, iletişim ve koordinasyon güçlendirilecektir. Ayrıca LPS yöntemiyle, üretim kotnrolü de daha sistematik olarak yapılacak, tamamlanmayan işlerle ilgili zamanında ve doğru tespitler yapılması şekliyle, üretimde kalite ve verimlilik arttırılmaya çalışılacaktır.

Bu tez, son yıllarda dünya genelinde gittikçe önem kazanmaya başlayan yalın inşaat yaklaşımları ve yalın inşaat yöntemlerinden biri olan Last Planner sistemi ile ilgili, Türk inşaat sektöründe de bir farkındalık yaratma amacı ile yazılmıştır. Bu bağlamda, dünya genelinde LPS sistemi ile ilgili yapılmış 98 adet akademik çalışma meta analizi yöntemiyle irdelenmiş ve Türk inşaat sektöründen uzmanların görüşleri doğrultusunda, Türkiye'de LPS gibi bir yöntemin kullanılabilirliğine yönelik uzman algısı değerlendirilmiştir. LPS gibi yalın inşaat yöntemleri, kendi içinde birçok problemi barından Türk inşaat sektörü için de; güvenilir süreç planlaması, ekipler arası koordinasyonun güçlendirilmesi, toplam sürenin kısaltılması, verimlilik ve kalitenin arttırılması gibi hususlarda faydalı olabilecek potansiyeldedir. Türkiye'deki inşaat projelerinde, genel yüklenicilerin veya işverenlerin şirket kültürüne göre değişen planlama stratejileri güdülmektedir. Gelişmiş planlama stratejileri kullanan ve proje yönetimi konusunda danışmanlık alan firmalar bulunmasına rağmen, sektördeki inşaat firmalarının birçoğu, özellikle küçük ve orta ölçekli firmalar, 'hakediş' tabanlı olarak geleneksel yöntemlerle çalışmaktadır. Buna bağlı olarak da, süreçte meydana gelebilecek kontrolsüzlüklerden kaynaklanan bütçe ve zaman

aşımlarının yanında, toplam kalitede de düşüşler meydana gelebilmektedir. Bu noktada planlama stratejilerinin, değişen ülke koşullarında bir şirketi ayakta tutabilecek en önemli etmenlerden biri olduğu gözardı edilmemelidir.

Yalın inşaat yöntemleri ve LPS gibi alternatif yöntemler, bu açıdan Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için de, inşaat sektöründeki rekabetçi ortamda, inşaat projelerinin başarıyla tamamlanabilmesi açısından etkili olabilecek potansiyeldedir. Bu tip sistemlerin öğrenme süreci, ek maliyet, ek zaman gibi faktörleri beraberinde getireceği düşünülse de; uzun vadede sektör için sürekli gelişimi sağlayacak araçlar olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Fakat LPS gibi alternatif bir üretim kontrol yönteminin, şantiye ortamında uygulamaya geçildiğinde, teoriden farklı olarak birtakım zorluklar ve problemler teşkil edebileceği de unutmamalıdır. Bu bağlamda sistemin Türk inşaat sektöründe kullanımının getireceği yararlar veya sistemin Türk inşaat sektöründe ne derece etkin ve verimli olabileceği, bir başka araştırma konusudur.

Bu tez çalışması kapsamında, inşaat sektöründeki aktörlerin belli bir bölümü ile görüşmeler yapılmıştır. Gelecek çalışmalar, Türk inşaat sektöründen işveren, genel yüklenici, alt yüklenici pozisyonlarında görev alan aktörlerin de görüşlerini alacak şekilde, daha fazla katılımcının görüşlerinin alınmasıyla, araştırma alanı genişletilerek geliştirilebilir. Ayrıca LPS gibi yeni bir yöntemin, ilk olarak küçük çaplı bir yapım projesinde de olsa uygulanması şekliyle, sistemin Türk inşaat sektöründe nasıl işleyebileceği üzerine deneysel çalışmalar yapılabilir. Bu şekilde, sistemin Türk inşaat sektöründeki somut etkileri de denenmiş ve somut çıkarımlar yapılmış olabilecektir.

KAYNAKLAR

[1] Womack, P.J. ve Jones, T.D., (1996). "Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation", Simon and Schuster, New York.

[2] Krafcik, J.F., (1988). "Triumph of the Lean Production System", Sloan Management Review; Cambridge, 30: 1

[3] Ohno, T., (1988). "Toyota Ruhu: Toyota Üretim Sisteminin Doğuşu ve Evrimi", Scala Yayıncılık, İstanbul

[4] Koskela, L., (1992). "Application of New Production Theory to Construction", Teknik Rapor No: 72, Standford Üniversitesi İnşaat Fakültesi, Palo Alto, Kaliforniya.

[5] Koskela, L., (2000). "An Exploration Towards A Production Theory and Its Application to Construction", Doktora Tezi, Finlandiya Teknik Araştırma Merkezi, VTT Yayıncılık, Finlandiya.

[6] Ballard, G., (2000b). "The Last Planner System of Prouction Control", Doktora Tezi, Birmingham Üniversitesi, UK.

[7] Ballard, G. ve Howell, G., (2003). "An Update on Last Planner", 11th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Virginia, USA.

[8] Ballard, G. ve Pasquire, C., (2016), The History of the Development of the Last Planner System, https://leanconstructionblog.com/The-History-of-The-Development-of-the-Last-Planner-System.html, 11 Nisan 2019.

[9] Ballard, G. ve Howell, G., (1994). "Implementing Lean Construction: Stabilizing Workflow", Presented at the Second Annual Conference on Lean Construction, Catolica Universidad de Chile, Santiago, Chile.

[10] Tommelein, I.D. ve Ballard, G., (1997). "Look-ahead Planning: Screening and Pulling", Proceedings of the Second International Seminar on Lean Construction, Sao Paulo, Brazil.

[11] Liu, M. ve Ballard, G., (2008). "Improving Labor Productivity Through Production Control", Proceedings for the 16th Annual Conference for the International Group of Lean Construction.

[12] Ballard, G. ve diğ., (2009). “Production Control Principles”, Proceedings for the 17th Annual Conference for the International Group of Lean Construction.

[13] Macomber, H. ve Howell G., (2003). “Linguistic Action: Contributing to the Theory of Lean Construction”.

[14] Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. ve Owen, R., (2010). “Interaction of Lean and Building Information Modelling in Construction”, Journal of Construction Engineering and Management, 136(9): 968-980.

[15] Kala, T., Mouflard, C. ve Seppanen, O., (2012). “Production Control Using Location Based Management System on A Hospital Construction Project”, Proceedings for the 20th Annual Conference for the International Group of Lean Construction.

[16] Hamzeh, F., Saab, I., Tommelein, I.D. ve Ballard, G., (2015). “Understanding the Role of Tasks Anticipated in Lookahead Planning Through Simulation”, Automation in Construction, 49(Part A): 18-26.

[17] Frendson, A., Berghede, K. ve Tommelein, I.D., (2014). “Takt-Time Planning and the Last Planner”, Proceedings IGLC-22: 571-580, Oslo, Norway.

[18] Ghafari, P. ve Emdanat, S., (2014). “Effective Management of Production Planning Information Using VPlanner”, LCI Congress Exhibit Hall Webinar Series.

[19] Tezel, B.A., (2007). “A Statistical Approach to Lean Construction Implementations of Construction Companies in Turkey”, Master of Science Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Middle East Technical University.

[20] Tokat, A. (2015). “Türk Yapım Şantiyelerindeki İsrafların ve Nedenlerinin Tespit Edilmesi ve Yalın İnşaat Uygulamalarıyla Çözüm Önerisi Geliştirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[21] Erol, H.H (2014). “Identifiying the Effects of Lean Construction Principles on Variability of Project Duration”, Master of Science Thesis, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Middle East Technical University.

[22] Ekşi, H.E. (2015). “İnşaat Sektöründe Yalın Üretim Perspektifinden Kayıp Algılarının Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[23] Littler, C.R., (1978). “Understanding Taylorism”, British Journal of Sociology, 29(2): 185.

[24] Taylor, F.W., (1911). “The Principles of Scientific Management”, Dover Publications, The USA.

[25] Karahan, O. ve diğ., (2008). “İnşaat Sektöründe Prefabrik Yapıların Üretim Süreçlerinin İyileştirilmesi ve Planlaması”, Bitirme Ödevi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, İstanbul.

[26] Womack, J., Jones, D. ve Roos, D., (1990). "The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production, Toyota's Scret Weapon in the Global Car Wars That Is Now Revolutionizing World Industry ", Free Press, New York.

[27] Polat, G. ve Ballard, G., (2004). "Waste in Turkish Construction: Need For Lean Construction Techniques", In: Bertelsen, S. & Formoso, C.T., 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Helsingør, Denmark.

[28] Liker, K.J., (2004). "The Toyota Way: 14 Management Principles From the World Greatest Manufacturer", McGraw-Hill, New York.

[29] Yükselen, C., (2011), Yalın Düşünce ve Beş Temelli İlkesi, https://yalindanisman.com/yalin-dusunce-bes-temel-ilke/ , 18 Nisan 2019.

[30] Shingo, S., (1984). "Study of Toyota Production System", Japan Management Association, Tokyo.

[31] Shingo, S., (1988). "Non Stock Production: The Shingo System For Continuous Improvement", Productivity Press, Portland, Oregon.

[32] Imai, M., (1986). "Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success", McGraw-Hill Education, New York.

[33] Yükselen, C., Takt Zamanı, https://yalindanisman.com/takt-zamani/, 18 Nisan 2019.

[34] Maskell, B.H. ve Baggaley, B., (2004). "Practical Lean Accounting: A Proven System for Measuring and Managing the Lean Enterprise", Production Press, New York.

[35] Özçelik, F. ve Ertürk, H., (2010). "Yalın Üretim İşletmeleri İçin Değer Akışı Yönetimi ve Değer Akış Maliyetlemesi", Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Sayı 2, s.51-84.

[36] Awada, M.A., Lakkis, B.S., Doughan, A.R. ve Hamzeh, F.R., (2016). "Influence of Lean Concepts on Safety in the Lebanese Construction Industry", Proceeedings 24th. Annual Conference of the IGLC, Boston, MA, USA, sect. 11: 63-72.

[37] Winch, G.M., (2006). "Towards A Theory of Construction as Production by Projects", Building Research & Information, 34: 154-163.

[38] Koskela, L., Ballard, G. ve Tommelein, I.D., (2002). "The Foundations of the Lean Construction", Design and Construction: Building in Value, Butterworth-Heinemann, Great Britain, 211-226.

[39] Dupagne, A., (1991). "Computer Integrated Building. Strategic Final Report", Esprit II, Explatory Action No: 5604.

[40] Smith, A., (2011), Agile and Lean for Construction, https://www.slideshare.net/adrianlsmith/agile-and-lean-for-construction-9384237, 5 Mayıs 2019.

[41] Ghao, S. ve Pheng, L.S., (2014). "Lean Construction Management: The Toyota Way", Springer, Singapore.

[42] Lostuvalı, B., Modrich, R., ve Da, T., (2012). ‘’Lean Product Development at Cathedrall Hill Hospital Project’’, IGLC 20th, San Diego, USA.

[43] Freire, J. ve Alarcon, L., (2002). “Achieving Lean Design Process: Improvement Methodology”, Journal of Construction Engineering and Management, 128:3(248).

[44] Ballard, G. ve Zabelle, T., (2000). “Lean Project Delivery System”, White Paper, Lean Construction Institute.

[45] Wilson, M.M. ve Joy, D.R., (2009). “Enabling Lean Procurement: A Consolidation Model for Small and Medium Sized Enterprises”, Journal of Manufacturing Technology Management, 20(6): 817-833.

[46] Ballard, G., Hammon, J., ve Nickerson, R., (2009). “Production Control Principles”, Proceeedings 17th. Annual Conference of the IGLC, pp: 489-499.

[47] Ballard, G. ve Howell, G., (1997). ‘’ Implementing Lean in Construction: Improving Downstream Performance’’, Lean Construction, A.A. Balkema, Rotterdam, The Netherlands, 111-115.

[48] Porwal, W., (2014). “Last Planner System: Application and Implementation”, Paperback, LAP Lambert Academic Publishing, 2014.

[49] Diekmann, J.,E., Thrush, K.,B., (1986). “Project Control in Design Engineering”, Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin, Australia.

[50] Work Breakdown Structure Template, Project Work Breakdown Structure, https://www.template.net/business/word-templates/work-breakdown-structure/, 10 Mayıs 2019.

[51] Mossman, A., (2013). “Last Planner: 5+1 Crucial and Collaborative Conversations For Predictable Design and Construction Delivery”, The Change Business Ltd.

[52] Patel, A., (2011). “The Last Planner System For Reliable Project Delivery”, Master Thesis, The University of Texas, Aurlington.

[53] Cebeci, H., ve Güner, S., (2015). “İnşaat Sektöründe Üretim Yönetimi Uygulamaları”, Edition: 1, Bölüm 5, Sakarya Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, s. 82-98.

[54] Glass, G. V., (1976). “Primary, Secondary and Meta Analysis of Research”, Educational Researcher, Vol.5, No.10, pp. 3-8, American Educational Research Association.

[55] Çarkungöz, E. ve Ediz, B., (2009). “Meta Analizi”, Uludağ Univ. J. Fac. Vet. Med. 28(2009), 1: 33-37, Bursa.

[56] Betts, M. ve Lansley, P., (1993). “Construction Management and Economics: A Review of the First Ten Years”, Construction Management and Economics, 11(4): 221-245.

[57] Serin, F., P., (2016). “Yapım Projelerinde Tasarım Yönetimi Konu Alanına Yönelik Meta Analizi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

[58] Dave, B., Seppanen, O. ve Modrich, R., (2016). “Modelling Information Flows Between Last Planner and Location Based Management System”, Proc. 24th. Ann. Conf. of the IGLC, sect.6 pp:63-72, Boston, USA.

[59] Seppanen, O., Ballard, G. ve Pessonen, S. (2010). “The Combination of Last Planner System and Location Based Management System”, Lean Construction Journal, 2010, pp. 43-54.

[60] Novinsky, M., Nesensohn, C., Ihwas, N. ve Haghsheno, S., (2018). “Combined Application of Earned Value Management and Last Planner System in Construction Projects”, Proc. IGLC-26, pp. 775-785, Chennai, India.

[61] Fleming, Q. W. ve Koppelman, J. M., (2010). “Earned Value Project Management (Fourth Edition)”, Project Management Institute.

[62] Alarcon, D. M., Alarcon, I. M. ve Alarcon, L. F. (2013). “Social Network Analysis: A Diagnostic Tool For Information Flow in the AEC Industry”, Proc. IGLC-21, pp. 947-956, Fortaleza, Brazil.

[63] Priven, V. ve Sacks, R., (2013). “Social Network Development in Last Planner System Implementations”, Proc. IGLC-21, pp. 537-548, Fortaleza, Brazil.

[64] Geary, S., Disney, S. M. ve Towill, D. R., (2006). “On Bullwhip in Supply Chains: Historical Review, Present Practice and Expected Future Impact”, International Journal of Production Economics, 101(1): 2-18.

[65] Miragliotta, G., (2006). “Layers and Mechanisms: A New Taxonomy For The Bullwhip Effect”, International Journal of Production Economics, 104(2): 365-388.

[66] Umapathy, K., (2011). “The Language Action Approach: Information Systems Supporting Social Actions”, Information Systems Theory: Explaning and Predicting Our Digital Society, Vol. 2, pp. 59-70.

[67] Alarcon, L. F. ve Zegarra, O. (2012). “Identifying The Bullwhip Effect of Last Planner Conversations During The Construction Stage”, Proc. IGLC-20th.

[68] Yaman, H. ve İlhan, B., (2010). “İnşaat Sektöründe Bina Enformasyonu Modellemesi Kavramına Genel Bir Bakış”, Bildiri, 1. Proje Yapım ve Yönetim Kongresi, s.962-976, Ankara.

[69] El-Sabek, L. M. ve McCabe, B. Y., (2018). “Framework for Managing Integration Challenges of Last Planner System in IMPs”, Journal of Construction Engineering and Management, 144(5): 04018022.

[70] Koskenvesa, A. ve Koskela, L. (2012). “Ten Years of Last Planners in Finland: Where Are We? ”, Proc. for the 20th Ann. Conf. of the IGLC.

[71] Fuemena, J., Puolitavial, T. ve Davies, K., (2013). “Last Planner System: A Steps Towards Improving the Productivity of New Zealand Cosntruction ”, Proc. for the 21th Ann. Conf. of the IGLC, Fortaleza, Brazil.

[72] Tekin, H. ve Tekin, H. H., (2006). “Nitel Araştırma Yönteminin Bir Veri Toplama Tekniği Olarak Derinlemesine Görüşme”, İstanbul Üniversitesi Sosyoloji Dergisi, 3(12): 101-116.

[73] Johnson, J. M., (2002). “In Depth Interviewing”, In Jaber F. Gubrium & James A. Holstein (Eds.), *Handbook of Interview Research: Context and Method,* pp. 103-119, Thousand Oaks: Sage.

[74] Boyce, C. ve Neale, P., (2006). “Conducting In Depth Interviews: A Guide for Designing and Conducting In- Depth Interviews for Evaluation Input”, Book, Pathfinder International.

EK-A

META ANALİZİ KAPSAMINDAKİ AKADEMİK ÇALIŞMALAR LİSTESİ

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
1	A Survey on Production Planning System in Construction Projects Based on Last Planner System	2016	Makale	Ha Duy Khanh, Soo Yong Kim	Kore
2	Application and Analysis of Last Planner System in the Construction Industry	2014	Makale	S. M. Abdul Mannan Hussain, B.Vamsi Krishna, V. Ranjith Kumar	Hindistan
3	Case Studies of the Allocation and Reduction of Time Buffer through Use of the Last Planner System	2015	Makale	Marion M. Russell, Min Liu, Gregory Howell, Simon M. Hisiang	Amerika
4	Effect of the Last Planner System on Social Interactions among Project Participants	2017	Makale	Somik Ghosh, Deborah E. Dickerson, Thomas Mills	Amerika
5	Effects of Last Planner System Practices on Social Networks and the Performance of Construction Projects	2018	Makale	Tito Castillo, Luis F. Alarcon, Jose Luis Salvatierra	Şili
6	Effects of the Last Planner System on Social Networks among Construction Trade Crews	2015	Makale	Vitaliy Priven, Rafael Sacks	İsrail
7	Exploration Of The Reasons For Delays İn Construction	2014	Makale	Soren Lindhard, Soren Wandahl	Danimarka
8	Framework for Managing Integration Challenges of Last Planner System in IMPs	2018	Makale	Luai M.El-Sabek, Brenda Y.McCabe	Kanada

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
9	How Can Tasks Made Ready During Lookahead Planning Impact Reliable Workflow And Project Duration	2015	Makale	Farook L. Hamzeh, Emile Zankoul, Carel Rouhana	Lübnan
10	Impacts of the Social Subcontract and Last Planner System Interventions on the Trade-Crew Workflows of Multistory Residential Construction Projects	2016	Makale	Vitaliy Priven, Rafael Sacks	İsrail
11	Implementing Last Planner in the Context of Social Housing Retrofit	2016	Makale	Sergio Kemmer, Clarissa Biotto, Fernanda Chaves, Lauri Koskela, Patricia Tzortzopoulos Fazenda	İngiltere
12	Last Planner Control System Applied to a Chemical Plant Construction	2012	Makale	A. Nieto-Morote; F. Ruz-Vila	İspanya
13	LEBSCO- Lean-Based Simulation Game for Construction Management Classrooms	2015	Makale	Vicente A. González, Francisco Orozco, Bolivar Senior, Jason Ingle, Eric Forcael, Luis Fernando Alarcon	Yeni Zelanda
14	Management Thinking in the Earned Value Method System and the Last Planner System	2010	Makale	Yong-Woo Kim; Glenn Ballard	Amerika
15	Scheduling Of Large, Complex, And Constrained Construction Projects – An Exploration Of LPS Application	2014	Makale	S. Lindhard and S. Wandahl	Danimarka
16	Survey of Motivations, Benefits, and Implementation Challenges of Last Planner System Users	2013	Makale	Jose L. Fernandez-Solis, Vishal Porwal, Sarel Lavy, Ali Shafaat, Zofia K. Rybkowski, Kiyoung Son, Nishi Laboo	Amerika
17	The combination of Last Planner System and Location-Based Management System	2010	Makale	Olli Seppänen, Glen Ballard, Sakari Pesonen	Finlandiya
18	The Prospect Of Minimising Production Flow Waste On Construction Sites İn Nigeria Through The Last Planner System	2017	Makale	Emmanuel Itodo Daniel, Christine Pasquire, Oko John Ameh	Nijerya

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
19	Understanding The Theory Behind The Last Planner System Using The Language Action Perspective Two Case Studies	2017	Makale	Daniela D. Viana, Carlos T. Formoso, Eduardo T. Isatto	Brezilya
20	Using BIM for Last Planner System: Case Studies in Brazil	2015	Makale	Mc. Garrido, R. Mendes Jr., S. Sheer, T.F.Campestrini	Brezilya
21	Using Last Planner and a Risk Assessment Matrix to Reduce Variation in Mechanical Related Construction Tasks	2012	Makale	Brad W.Wambeke, Min Liu, Simong Hisiang	Amerika
22	Applying Last Planner in the Nigerian Construction Industry	2012	Bildiri	Ismail Adamu and Gregory Howell	Malezya
23	A case study of Last Planner System Implementation in Nigeria	2013	Bildiri	Ograbe Ahiakwo, David Oloke, Subashini Suresh, Jamal Khatib	İngiltere
24	Identifying the Bullwhip Effect of the Last Planner Conversations during the Construction Stage	2012	Bildiri	Luis F.Alarcon and Zegarra	Şili
25	Using Last Planner Indicators to Identify Early Signs of Project Performance	2014	Bildiri	Luis F.Alarcon, Jose L. Salvatierra, Jose A. Letelier	Şili
26	A Research Synthesis on the Interface Between Lean Construction and Safety Management	2011	Bildiri	Eric I. Antillon, Luis F. Alarcon, Matthew R. Hallowell, Keith R. Molenaar	Amerika
27	Last Planner System_ Implementation, Evaluation and Comparison of Results in the Construction of a Social Housing Project in Chile	2016	Bildiri	Paz Arroyo, Oscar Valladares	Şili
28	What Makes the Last Planner_ A Typology of Behavioral Patterns of Last Planners	2016	Bildiri	Sigmund Aslesen, Iris D. Tommelein	Norveç & Amerika
29	Improving Safety Performance - Using Deviation Reporting as a Source for Continuous Improvement	2014	Bildiri	Sigmund Aslesen, Eunike Sandberg, Farook Hamzeh, Farah Wehbe	Norveç

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
30	Influence of Lean Concepts on Safety in the Lebanese Construction Industry	2016	Bildiri	Mohommad A. Awada, Bahcir S. Lakkis, Ali R. Doughan, Farook R. Hamzeh	Lübnan
31	Top Down vs. Bottom Up Approaches Regarding the Implementation of Lean Construction Through a French Case Study	2015	Bildiri	Fabrice Berroir, Lahcene Harbouche, Conrad Boton	Fransa
32	Percent Planned Complete_ Development and Testing of a Simulation to Increase Reliability in Scheduling	2016	Bildiri	Noorien Bhaidani, Zofia Rybkowski, James P. Smith, Iftek Haruddin Choudhury, Rodney Hill	Amerika
33	Integration Framework of BIM with the Last Planner System	2012	Bildiri	Ankit Bhatla, Fernanda Leite	Amerika
34	What Is a Good Plan_	2015	Bildiri	Trond Bolviken, Sigmund Aslesen, Lauri Koskela	Norveç
35	Last Planner System, Social Networks and Performance of Construction Projects	2016	Bildiri	Tito Castillo, Luis F. Alarcon, Jose Luis Salvatierra	Şili
36	Last Planner System and Lean Approach Process: Experiences From Implementation in Mexıco	2013	Bildiri	Fernando Cervero Romero, Paulo Napolitano, Edgar Reyes, Luis Teran	Meksika
37	The Magic of the Last Planner System for Nigerian Construction	2014	Bildiri	Emmanuel Itodo Daniel, Christine Pasquire, Oko John Ameh	İngiltere, Nijerya
38	Empirical Study on the Influence of Procurement Methods on Last Planner System Implementation	2018	Bildiri	Emmanuel Itodo Daniel, Christine Pasquire, Graham Dickens, Ramesh Marasini	İngiltere
39	Instantask_ Designing a Visual Application for Enabling Agile Planning Response	2015	Bildiri	Emile Daou, Paul Gharzouzi, Edwin Sreih, Farook Hamzeh	Lübnan
40	Addressing Information Flow in Lean Production Management and Control in Construction	2014	Bildiri	Bhargav Dave, Sylvain Kubler, Kary Framling, Lauri Koskela	Finlandiya
41	Suggestions to Improve Lean Construction Planning	2015	Bildiri	Bhargav Dave, Juho Pekka Hammalainen, Sergio Kemmer, Lauri Koskela, Anssi Koskenvesa	Finlandiya

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
42	Modeling Information Flows Between Last Planner and Location Based Management System	2016	Bildiri	Bhargav Dave, Oli Seppanen, Ralf Uwe Modrich	Finlandiya
43	Make Ready Planning Using Flow Walks_ A New Approach to Collaboratively Identifying Project Constraints	2018	Bildiri	Paul J. Ebbs, Christine L. Pasquire	İngiltere
44	The Last Planner System Path Clearing Approach in Action_ A Case Study	2018	Bildiri	Paul J. Ebbs, Christine L. Pasquire, Emmanuel I. Daniel	İngiltere
45	A Framework for Integrating Takt Planning, Last Planner System and Labor Tracking	2016	Bildiri	Samir Emdanat, Meeli Linnik, Digby Christian	Amerika
46	A Construction Delay Analysis Approach Based on Lean Principles	2017	Bildiri	Hüseyin Erol, Talat Dikmen, M. Talat Birgönül	Türkiye
47	An Integration of a Buffering Assessment Model Based On Fuzzy Logic With Lps for Improving Highway Construction Process	2010	Bildiri	Moataz Frag, Fritz Gehbauer, Ankit Bhatla	Almanya
48	Last Planner System Is The Gateway To Lean Behaviors	2013	Bildiri	Dan Fauschier, Thais da C. L. Alves	Amerika
49	Lean Design Management in Practice With the Last Planner System	2016	Bildiri	Roar Fosse, Glenn Ballard	Norveç & Amerika
50	Takt Time Planning and Last Planner	2014	Bildiri	Adam Frandson, Klas Berghede, Iris D. Tommelein	Amerika
51	Last Planner System – A Step Towards Improving the Productivity of New Zealand Constructıon	2013	Bildiri	Johnson Fuemana, Taija Puolitavial, Kathryn Davies	Yeni Zelanda
52	Collaborative Design Management: A Case Study	2014	Bildiri	Ingvild Fundli, Frode Drevland	Norveç
53	ISO and Lean Can Contribute to a Culture of Continuous Improvement	2018	Bildiri	Christy P. Gomez, Hashima Hamid	Malezya
54	Simulating Lean Productıon Principles In Constructıon: A Last Planner-Driven Game	2014	Bildiri	Vicente A. González, Bolivar Senior, Francisco Orozco, Luis Fernando,	Şili

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
55	Interplay of Lean Thinking and Social Dynamics in Construction	2015	Bildiri	Vicente A. González, Rafael Sacks, Ignacio Pavez, Mani Poshdar, Lola Ben Alon, Vitaly Priven	İsrail & Yeni Zelanda
56	Modeling The Last Planner System Metrics: A Case Study of an Aec Company	2013	Bildiri	Farook R. Hamzeh, Omar Z. Aridi	Lübnan
57	The First Extensive Implementation of Lean and LPS in Lebanon_ Results and Reflections	2016	Bildiri	Farook Hamzeh, Jessica Kallassy, Marvin Lahoud, Ralph Azar	Lübnan
58	Last Planner System_ Implementation in a Moroccan Construction Project	2016	Bildiri	Habchi Hicham, Cherradi Taoufiq, Soulhi Aziz	Fas
59	Innovation in the New Zealand Construction Industry Diffusion of the Last Planner System	2018	Bildiri	Richard J. Hunt, Vicente A. Gonzalez	Yeni Zelanda
60	Constraint Removal and Work Plan Reliability_ A Bridge Project Case Study	2018	Bildiri	Ashtad Javanmardi, S. Alireza Abbasian-Hosseini, Simon M. Hsiang, Min Liu	Kuzey Karolina
61	Post Measuring The Last Planner Metrics In Shelter Rehabiliation Projects	2015	Bildiri	Mahmoud S. El Jazzar, Farook Hamzeh	Lübnan
62	Integrated Planning vs. Last Planner System	2014	Bildiri	Bo Terje Kalsaas, Ingvald Grindheim, Nina Læknes	Norveç
63	Pull vs. Push in Construction Work Informed by Last Planner	2015	Bildiri	Bo Terje Kalsaas, John Skaar, and Rein Terje Thorstensen	Norveç
64	Building a Lean Culture Into an Organization	2018	Bildiri	Vaidyanathan Kalyan, VasipalliPratap, and Singh, Srikanth Chouhan	Hindistan
65	In Tıme At Last–Adaption Of Last Planner Tools For The Desıgn Phase Of A Building Project	2012	Bildiri	Hannele Kerosuo, Tarja Mäki, Ricardo Codinhoto, Lauri Koskela, Reijo Miettinen	Finlandiya
66	Effects Of The Interactions Between LPS and BIM on Workflow In Two Building Design Projects	2014	Bildiri	Sheriz Khan, Patricia Tzortzopoulos	İngiltere
67	Last Planner And Critical Chain In Construction Management: Comparative Analysis	2010	Bildiri	Lauri Koskela, Roy Stratton, Anssi Koskenvesa	İngiltere

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
68	Ten Years of Last Planner in Finland- Where are we?	2012	Bildiri	Anssi Koskenvesa, Lauri Koskela	Finlandiya & İngiltere
69	Contributions of Information Technologies to Last Planner System Implementation	2017	Bildiri	Camilo Ignacio Lagos, Rodrigo Fernando Herrera, Luis Fernando Alarcón	Şili
70	Quantifying Impacts Of Last Planner™ Implementation In Industrial Mining Projects	2010	Bildiri	Mauricio Leal, Luis F. Alarcón	Şili
71	Improvıng The Making Ready Process - Exploring The Preconditıons To Work Tasks In Construction	2012	Bildiri	Søren Lindhard, Søren Wandahl	Danimarka
72	Subcontractor Collaboration And Breakdowns In Productıon: The Effects Of Varied Lps Implementation	2013	Bildiri	Tammy McConaughy, Daniel Shirkey	Amerika
73	A Route Map for Implementing Last Planner System in Bogota, Colombia	2016	Bildiri	Camilo Mejía-Plata, Juan S. Guevara-Ramirez, Daniel F. Moncaleano-Novoa, María C. Londoño-Acevedo, Juan S. Rojas-Quintero, Jose L. Ponz-Tienda	Kolombiya
74	Simulating the Last Planner with System Dynamics	2010	Bildiri	Bruno P. Mota, Daniela D. Viana, and Eduardo L. Isatto	Brezilya
75	Applying Lean Techniques to Improve Performance in the Finishing Phase of a Residential Building	2016	Bildiri	Danny Murguía, Xavier Brioso, Angela Pimentel	Peru
76	A Relook at Plan Reliability Measurements in Lean Construction and New Metrics From Digitized Practical Implementation	2018	Bildiri	Thi Qui Nguyen, Sharath Sridhar Waikar	Singapur
77	Combined Application of Earned Value Management and Last Planner System in Construction Projects	2018	Bildiri	Mark Novinsky, Claus Nesensohn, Nadia Ihwas, Shervin Haghsheno	Almanya
78	Integrating Lbms, Lps and Cpm_ A Practical Process	2016	Bildiri	Hylton Olivieri, Olli Seppänen, Ariovaldo D. Granja	Brezilya

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
79	Bullwhip Effect In Production Control: A Comparison Between Traditional Methods And Lps	2013	Bildiri	Pedro Pereira, Nuno Cachadinha, Omar Zegarra, Luis Alarcón	Portekiz & Şili
80	Last Planner Implementation Challenges	2010	Bildiri	Vishal Porwal, Jose Fernández-Solís, Sarel Lavy, Zofia K. Rybkowski	Amerika
81	Social Network Development In Last Planner System Implementatıons	2013	Bildiri	Vitaliy Priven, Rafael Sacks	İsrail
82	The Last Planner System_ Comparing Indian and Norwegian Approaches	2018	Bildiri	Ramakrishnan Ravi, Ola Lædre, Roar Fosse, Kalyan Vaidyanathan, Fredrik Svalestuen	Norveç
83	Last Planner System_ Implementation and Evaluation With Focus on the Phase Schedule	2018	Bildiri	Flora S. Ribeiro, Dayana B. Costa	Brezilya
84	Integrating The Design Structure Matrix And The Last Planner System Into Buılding Design	2013	Bildiri	Eduardo Rosas	Peru
85	Last Planner and Its Role As Conceptual KANBAN	2010	Bildiri	Zofia K. Rybkowski	Amerika
86	Lean Diagnosis for Chilean Construction Industry_ Towards More Sustainable Lean Practices and Tools	2015	Bildiri	José L. Salvatierra, Luis F. Alarcón, Angela López, Ximena Velásquez	Şili
87	Last Planner System the Need for New Metrics	2017	Bildiri	Ghali El Samad, Farook R. Hamzeh, Samir Emdanat	Lübnan
88	Last Planner System Innovation Efforts On Requirements For Digital Management System	2013	Bildiri	Rein Terje Thorstensen, Bo Terje Kalsaas, John Skaar, Sigmund Jensen	Norveç
89	Last Planner & Bim Integration_ Lessons From a Continuous Improvement Effort	2016	Bildiri	Patricia Tillmann, Zach Sargent	
90	Using 4D Models for Tracking Project Progress and Visualizing the Owners Constraints in Fast-Track Retail Renovation Projects	2014	Bildiri	Mauricio Toledo, Vicente A. González, Alan Villegas, Claudio Mourgues	Şili & Yeni Zelanda
91	Exploration of a Lean-Bim Planning Framework_ A Last Planner System and Bim-Based Case Study	2016	Bildiri	Mauricio Toledo, Katherine Olivares, Vicente González	Şili & Yeni Zelanda

	Yayın Adı	Yayın Tarihi	Yayın Türü	Yazar Bilgisi	Ülke
92	Is Integration of Uncertainty Management and the Last Planner System a Good Idea	2018	Bildiri	Torp, Olav, BølvikenTrond, Aslesen, Sigmund, Fritzsønn, Lars Petter, Haagensen, Åse, Lombardo, Sebastiano, Saltveit, Tobias	Norveç
93	Application of Lean Principles to Managing Construction of an IT Commercial Facility An Indian Experience	2016	Bildiri	Kalyan Vaidyanathan, S. Mohanbabu, P. Sriram, Safiyur Rahman, S. Arunkumar	Hindistan
94	A Survey On The Last Planner System: Impacts And Difficulties For Implementation In Brazilian Companies	2010	Bildiri	Daniela D. Viana, Bruno Mota, Carlos T. Formoso, Márcia Echeveste, Marjana Peixoto, Caroline L. Rodrigues	Brezilya
95	Modelling the Network Of Commitments in The Last Planner System	2011	Bildiri	Daniela Dietz Viana, Carlos Torres Formoso, Eduardo Luís Isatto	Brezilya
96	Lean Construction With Or Without Lean – Challenges Of Implementing Lean Construction	2014	Bildiri	Søren Wandahl	Danimarka
97	Design Process Planning And Control: Last Planner System Adaptation	2013	Bildiri	Josana G. B. Wesz, Carlos T. Formoso, Patrícia Tzotzopoulos	Brezilya
98	Propagation And Distortion Of Variability Into The Production Control System: Bullwhip Of Conversations Of The Last Planner	2013	Bildiri	Omar Zegarra, Luis Fernando Alarcón	Şili

EK-B

LAST PLANNER SİSTEM ANKET FORMU

Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü

Türk inşaat sektöründe Last Planner üretim kontrolü sistemi kullanımına yönelik bakış açısı

Sayın Katılımcı,

Bu anket formu, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü'nde yürütülen ***"Bir yalın inşaat yöntemi olarak Son Planlayıcı sistem yaklaşımlarına yönelik meta analizi"*** başlıklı tez ile ilgilidir ve dünya genelinde inşaat sektöründe yaygın olarak kullanılmaya başlanan Last planner üretim kontrolü sisteminin Türk inşaat sektörü için uygulanabilirliğini, inşaat sektörü uzmanlarının görüşleri doğrultusunda irdelemeyi hedeflemektedir.

Anketi oluşturan soruları cevaplamak on beş dakikanızı alacaktır. Bu anket inşaat sektörü uzmanları tarafından doldurulacaktır. Anketin hiçbir bölümünde size ve kurumunuza ilişkin özel bir bilgi istenmemektedir. Bu anketin temel hedefi, Türk inşaat sektöründe Last Planner sistemi kullanımına ilişkin, inşaat sektörü profesyonellerinin gözlemleri ve deneyimleri üzerinden bir değerlendirme yapmaktır. Elde edilecek veriler KESİNLİKLE GİZLİ tutulacak, sadece akademik çalışmamıza veri sağlamak amacı ile kullanılacaktır. İstenildiği takdirde sonuçlar araştırmamıza katılan firmalara genel bir rapor şeklinde bildirilecektir.

Katılımınızla bilgi üretimine verdiğiniz destek için şimdiden çok teşekkür ederiz.

Saygılarımızla,

Esra AYDIN Dr. Öğr. Üyesi Füsun ÇİZMECİ YÖREŞ

İLETİŞİM
Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi
Mimarlık Bölümü Yapı Üretimi Araştırma Birimi
34349 Yıldız, İstanbul
Tel: 0212 3832621
E-mail: esraydnn@gmail.com; fusuncizmeci@yahoo.com

Görüşme no:	
Görüşmenin yapıldığı tarih:	

GÖRÜŞME YAPILAN KİŞİYE İLİŞKİN BİLGİLER					
1. Görüşme yapılan kişinin adı soyadı:					
2. Mesleğiniz:					
3. Cinsiyetiniz:					
4. Mesleki deneyim süreniz nedir?					
5. İşyerindeki pozisyonuz ve görev tanımınız					
6. Eğitim durumunuz	○ İlkokul	○ Ortaokul	○ Lise	○ Üniversite	○ Diğer.....
7. İletişim bilgileriniz	**E-mail:** **Tel:**				

GÖRÜŞME YAPILAN KURUMA İLİŞKİN BİLGİLER	
8. Görüşme yapılan işletmenin adı:	
9. İşletmenin kuruluş yılı:	
10. İşletmenin yer aldığı il/ilçe	
11. İşletmenin faaliyetleri hangi bölgeleri kapsıyor?	○ Yurtiçi ○ Yurt dışı ○ Yurt içi ve yurt dışı
12. İşletmenin sunduğu hizmetin kapsamı	○ Müteahhitlik ○ Proje yönetimi ve danışmanlık ○ Tasarım ve uygulama ○ Mühendislik hizmetleri ○ Tedarik
13. İşletmeniz en çok hangi tür projelerin yapımını üstlenmektedir?	○ Konut ○ Ticari yapılar ○ Sanayi yapıları ○ Altyapı projeleri ○ Sağlık yapıları ○ Turizm yapıları

YALIN İNŞAAT VE LAST PLANNER SİSTEM KULLANIMINA İLİŞKİN GÖRÜŞLER	
1. Yalın İnşaat ve Last Planner sistem * hakkında bilginiz var mı?	
2. Bulunduğunuz yapım projelerinde, inşaat süreç planlaması nasıl yapılmaktaydı/yapılmaktadır? (Master planlar, aylık program, haftalık program vs. gibi)	
3. Süreç planlamasına ilişkin bilgisayar programı, dijital platform vs. kullanılıyor mu?	
4. İnşaat süreç planlamasındaki en etkin proje aktörleri kimlerdir?	○ Alt yükleniciler ○ Proje / inşaat müdürleri ○ Genel yüklenici ○ Mühendis- Mimarlar ○ Yönetici / Genel nüdür ○ Formen / Şantiye şefi ○ İşveren / Mal sahibi
5. İnşaat sürecinde alt yükleniciler de süreç planlamasına dâhil oluyor mu?	
6. Bulunduğunuz yapım projelerinde alt yüklenicilerin anahtar teslim tarihleri ile ilgili taahhütlerinin güvenilirlik oranı nedir, proje aktörleri arası doğru ve güvenilir bilgi paylaşımı sağlanmakta mıdır?	
7. Bulunduğunuz yapım projelerinde, ekipler arası işbirliği ve iletişim seviyesini nasıl değerlendiriyorsunuz?	

8. Bulunduğunuz yapım projelerinde, gelecek işler ile ilgili engel teşkil edebilecek kısıtlamaların tahlilleri yapılıyor mu? Yapılıyorsa kimler tarafından ve nasıl yapılıyor?	
9. Bulunduğunuz yapım projelerinde, üretim kontrolü planlaması yapılıyor mu, yapılıyorsa nasıl yapılıyor? Tamamlanan işler ile ilgili verimlilik ölçümleri yapılıyor mu?	
10. Tamamlanmayan işlerin tamamlanmama nedenleri ve sorumlu kişiler araştırılıyor mu? Araştırılıyorsa bu araştırma kimler tarafından ve nasıl yapılıyor?	
11. Projelerde gecikmelere ve verimsizliklere neden olan temel etmenler nelerdir? Size göre yandaki sebeplerden öncelikli olanları hangileridir?	○ İşgücü eksikliği ○ Malzeme eksikliği ○ Ekipman eksikliği ○ Bilgi paylaşımındaki kopukluklar ○ Tasarım hataları ve planlama eksikleri ○ Altyüklenicilerin anahtar teslim tarihleriyle ilgili öngörü hataları ○ Tasarım ve proje değişiklikleri ○ Ön koşullu işler ○ Çalışma alanındaki düzensizlikler ○ Sözleşme ve yönetmeliklerle ilgili durumlar
12. Size göre, LPS tekniği Türk inşaat sektöründe kullanılıyor olsaydı, en çok hangi konularda faydalı olabilirdi?	○ Güvenilir iş planlaması ○ Verimliliğin arttırılması ○ Ekipler arası işbirliği ve iletişimin sağlanması ○ Gecikmelere sebep olan varyasyonların azaltılması ○ İş akışının optimizasyonu ○ Toplam sürenin azaltılması ○ Maliyetlerin düşürülmesi ○ Ekipler arası güvenilirlik ve koordinasyonun güçlendirilmesi

13. Size göre, Türk inşaat sektörü için LPS kullanımına engel teşkil edebilecek en etkili sebepler hangisi/hangileri olurdu?	○ Değişime direnç ○ Bilgi eksikliği ○ Eğitim eksikliği ○ Deneyim eksikliği ○ Katılımcılar arası güven eksikliği ○ Dil ve kültür farklılıkları ○ Proje aktörleri arası güven eksikliği ○ Proje teslim sistemi ile ilgili durumlar
14. Türk inşaat sektörü için Last Planner sistem gibi bir yalın inşaat tekniğinin kullanılmasının proje sürecine olumlu katkıda bulunabileceğini düşünüyor musunuz, neden?	
15. Kendi bulunduğunuz/ bulunacağınız yapım projelerinde, Last planner sistem gibi bir tekniğin kullanılmasını tercih eder misiniz, neden?	

* Yalın inşaat yöntemlerinden biri olan 'Last Planner' sistemi, genel olarak bir üretim kontrolü modeli olup, inşaat sürecindeki tüm aktörlerin sürece aktif katılımı (özellikle alt yükleniciler de sürece dâhil edilecek şekilde) ile iş programlarının maksimum detayda hazırlanmasını ve yapılacak iş kalemleri önündeki engellerin ortadan kaldırılarak, bu kalemlerin yapılmaya hazır hale getirilmesini esas almaktadır. Bu sayede, iş planlarının güvenilirliğinin sağlanması, sürecin israflardan arındırılması üretim kalitesi ve verimliliğin arttırılması hedeflenmektedir.

Last Planner sistem 'Ana program, Aşama programı, İleriye yönelik planlar ve Haftalık iş planları' olmak üzere 4 tip planlama aşamasından oluşur ve planlar projeyle ilgili genel tarihlerden (master program), 2-6 haftalık planlara (lookahead plan- ileriye yönelik planlar) ve ardından haftalık planlara kadar detaylandırılır. 2-6 haftalık ileriye yönelik planlarda 2-6 haftalık süreç için yapılacak işlerle ilgili kısıtlamaların ortadan kaldırılması ve işlerin yapıma hazır hale getirilmesi sağlanır.

Last planner sistemindeki önemli bir kıstas da proje üretim kontrolünün tamamlanan iş yüzdesi (Percent Plan Complete- PPC) değerleri ile ölçümüdür. Bu değerlerle tamamlanmayan işler ve tamamlanmayan işlerin 'asıl' nedenleri belirlenip, problemlerin yerinde ve zamanında çözülmesi sağlanmış olur böylece projenin verimliliği arttırılmış olur.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Esra AYDIN

Doğum Tarihi ve Yeri : 09.09.1989, İstanbul

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : esraydnn@gmail.com

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	Mimarlık	Yeditepe Üniversitesi	2012
Lise	Sayısal	Fahreddin Kerim Gökay Anadolu Lisesi	2007

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2015	Gng Mimarlık Ltd. Şti.	Mimar
2013	Uskılıç Mimarlık Ltd. Şti.	Mimar
2009	Tav Havalimani İşletmeleri	Stajyer Mimar

YAYINLARI

Bildiri

1. Aydın, E. ve Çizmeci Y, F., (2018). '' A Meta Analysis of Last Planner System Approaches as a Lean Construction Tool'', 5th International Project and Construction Management Conference, Conference Proceedings, pp.724-732, 16-18 November 2019, North Cyprus.