

**T.C.
MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
HİDROLİK PROGRAMI**

**PREFABRİKASYON ELEMANLARIN AKARSU ISLAHI VE
MENFEZ YAPILARINDA KULLANIMI**

Hüseyin DİNÇ

**Danışman
Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN**



MANİSA – 2022

TAAHHÜTNAME

Bu tezin, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü'nde, akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin, referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Hüseyin DİNÇ



İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	I
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	III
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
TABLO DİZİNİ	VI
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Akarsu Islahı.....	4
2.1.1. Taşkınların Sınıflandırılması.....	4
2.1.2. Taşkınların Sebepleri.....	5
2.1.3. Taşkınların Zararları.....	5
2.1.4. Taşkından Korunmada Kullanılan Yöntemler	6
2.2. Menfezler.....	8
2.2.1. Proje Debinin Belirlenmesi	10
2.3. Prefabrikasyon.....	10
2.3.1. Prefabrikasyonun Aşamaları	11
2.3.2. Prefabrikasyon Yönteminin Uygulama Alanları.....	13
2.4. Prefabrik Elemanların Su Yapılarında Kullanımı	14
2.4.1. Kanalet	15
2.4.2. Altyapı Elemanları	16
2.4.3. Menfez.....	18
2.4.4. Dere Islah Elemanı	18
3. KULLANILAN MATERYAL ve YÖNTEMLER	21
3.1. Prefabrik Çift Duvar Elemanı.....	21
3.2. Prefabrik Filigran Döşeme	24
3.3. Akarsu Islahı İmalatı	27
3.4. Menfez İmalatı	29

3.5. Yaklaşık Maliyet Analizi.....	29
3.6. Kompozit Pürüzlülük	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	34
4.1. Yaklaşık Maliyet Analizi.....	34
4.1.1. Akarsu Islahı Yaklaşık Maliyet Analizi	42
4.1.2. Menfez Yaklaşık Maliyet Analizi	52
4.2. Hidrolik Kapasite	62
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	67
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ.....	74

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A	Alan
Q	Debi
V	Akım Hızı
n	Manning Katsayısı
R	Hidrolik Yarıçap
I	Hidrolik Eğim
S	Harmonik Eğim
P	Yağış Yüksekliği
C	Akış Katsayısı
T	Serbest Su Yüzeyi Genişliği
b	Kanal Taban Genişliği
h	Su Yüksekliği
F	Hidrostatik Kuvvet
L	Yatak Uzunluğu
f	Sürtünme Faktörü
g	Yer Çekimi İvmesi
Ha	Akış Miktarı
P	Islak Çevre
ha	Havza Proje Akış Değeri
CN11	Yağış-Akış Eğri Numarası
Ct	Havza Depolama Kapasitesi ve Eğim Katsayısı
Qp	Havza Verimi
qp	Birim Havza Verimi
Tp	Hidrografın Yükselme Zamanı
Tc	Toplanma Zamanı
Tr	Suların Alçalma Zamanı
m	Şev Eğimi Yatay
l	Şev Eğimi Dikey
A.	Menfez Yüksekliği
B	Menfez Taban Genişliği
a	Menfez İç yüksekliği
b	Menfez İç Genişliği

C	Menfez Uzunluğu
t	Menfez Duvar Kalınlığı
r	Kanal Pürüzlürlüęü Katsayısı
Ah	Taşkın Debisi Hava Payı
Ø	Demir Donatı Çapı
DSİ	Devlet Su İşleri
ÇŞB	Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
KGM	Kara Yolları Genel Müdürlüğü
UAYB	Ulaştırma ve Alt Yapı Bakanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MGI	Meteoroloji Gözlem İstasyonu
AGİ	Akım Gözlem İstasyonu
BFT	Birim Fiyat Tarifleri
TKDK	Tarımsal Kalkınmayı Destekleme Kurumu
İSKİ	İstanbul Su ve Kanalizasyon İdaresi
MASKİ	Manisa Su İşleri ve Kanalizasyon İdaresi
KOSKİ	Kocaeli Su İşleri ve Kanalizasyon İdaresi
İBFT	İnşaat İşleri Birim Fiyat Tarifleri
TPB	Türkiye Prefabrik Birliği
ACPA	American Concrete Pipe Association (Amerikan Beton Boru Birliği)
TSE	Türkiye Standartları Enstitüsü
TS	Türk Standartı
KDV	Katma Değer Vergisi
TL	Türk Lirası

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Prefabrik Kutu Menfez [11]	9
Şekil 2.2 Betonarme Menfez [12]	9
Şekil 2.3 Sulama Kanaleti[14]	15
Şekil 2.4 Kanalet Elemanları Kesiti[15]	15
Şekil 2.5 Beton Boru [11]	16
Şekil 2.6 Prefabrik Beton Muayene Bacası[18]	17
Şekil 2.7 Prefabrik Menfez Üretimi [20].....	18
Şekil 2.8 Trapez Kesitli Prefabrik Kanal [21].....	19
Şekil 2.9 Dikdörtgen Kesitli Prefabrik Kanal [22].....	19
Şekil 2.10 Prefabrik Yay Kesit Elemanı[23].....	20
Şekil 3.1 Prefabrik Çift Duvar Kesiti [18]	21
Şekil 3.2 Prefabrik Çift Duvar Elemanı [18].....	21
Şekil 3.3 Kafes Tipi Donatı İmalatı [18].....	22
Şekil 3.4 Prefabrik Çift Duvar Eleman Donatı Yerleşimi [18]	23
Şekil 3.5 Birleşimi Tamamlanmış Prefabrik Çift Duvar Elemanı [18].....	23
Şekil 3.6 Prefabrik Filigran Döşeme Kesiti [18].....	24
Şekil 3.7 Prefabrik Filigran Döşeme [18]	25
Şekil 3.8 Prefabrik Filigran Döşeme Donatı Yerleşimi [18].....	26
Şekil 3.9. Prefabrik Filigran Döşeme Beton Dökümü [18].....	26
Şekil 3.10 Akarsu Yatağı Tesviyesi [25]	27
Şekil 3.11 Akarsu Yatağı Grobeton İmalatı [25]	28
Şekil 3.12 Akarsu Islahında Donatı Uygulaması [26].....	28
Şekil 3.13 Akarsu Islahında Kalıp Uygulaması [26].....	29
Şekil 4.1 Açık Kanal Proje Kesiti	43
Şekil 4.2 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Açık Kanal Kesiti	43
Şekil 4.3 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Donatı Planı.....	45
Şekil 4.4 Prefabrik Eleman Kullanılan Kuşaklama Kanalı Donatı Planı	48
Şekil 4.5 Yerinde İmalat Menfez Proje Kesiti	52
Şekil 4.6 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Menfez Kesiti	53
Şekil 4.7 Yerinde İmalat Menfez Donatı Planı	55
Şekil 4.8 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Menfez Donatı Planı.....	58

TABLO DİZİNİ

Tablo 3.1 Prefabrik Çift Duvar Elemanın Teknik Özellikleri [24]	22
Tablo 3.2 Prefabrik Filigran Döşeme Elemanın Teknik Özellikleri [24].....	25
Tablo 4.1 15.180.1002 Numaralı Poz Analizi [36]	35
Tablo 4.2 15.180.1003 Numaralı Poz Analizi [36]	36
Tablo 4.3 15.150.1003 Numaralı Poz Analizi [36]	37
Tablo 4.4 15.150.1006 Numaralı Poz Analizi [36]	38
Tablo 4.5 15.160.1003 Numaralı Poz Analizi [36]	39
Tablo 4.6 15.160.1004 Numaralı Poz Analizi [36]	40
Tablo 4.7 KGM/16.138/K-H Numaralı Poz Analizi [37]	41
Tablo 4.8 Poz No: 15.180.1002 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Grobeton Kalıp Metraji	44
Tablo 4.9 Poz No: 15.180.1003 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Duvar ve Taban Kalıp Metraji	44
Tablo 4.10 Poz No: 15.150.1003 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Grobeton Metraji	44
Tablo 4.11 Poz No: 15.150.1006 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat C30/37 Beton Metraji.....	45
Tablo 4.12 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Donatı Metraji	45
Tablo 4.13 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Yaklaşık Maliyeti	46
Tablo 4.14 Poz No: 15.180.1006 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Yerinde C 30/37 Beton Metraji.....	46
Tablo 4.15 Poz No: 15.180.1006 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Prefabrik Elemanlar Beton Metraji	47
Tablo 4.16 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Yerinde Donatı Metraji	48
Tablo 4.17 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Filigran Döşeme Donatı Metraji	49
Tablo 4.18 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Çift Duvar Dış Panel Donatı Metraji.....	49
Tablo 4.19 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Çift Duvar İç Panel Donatı Metraji.....	49

Tablo 4.20 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Kuşaklama Kanalı Yaklaşık Maliyeti	50
Tablo 4.21 Kuşaklama Kanalı Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması	51
Tablo 4.22 Poz No: 15.180.1002 Menfez Yerinde İmalat Grobeton Kalıp Metraji	53
Tablo 4.23 Poz No: 15.180.1003 Menfez Yerinde İmalat Duvar, Taban ve Tavan Metraji	54
Tablo 4.24 Poz No: 15.150.1003 Menfez Yerinde İmalat Grobeton Metraji	54
Tablo 4.25 Poz No: 15.150.1006 Menfez Yerinde İmalat C30/37 Beton Metraji	54
Tablo 4.26 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Yerinde İmalat Donatı Metraji	55
Tablo 4.27 Yerinde İmalat Menfez Yaklaşık Maliyeti	56
Tablo 4.28 Poz No: 15.180.1006 Menfez Prefabrik İmalat Yerinde C 30/37 Beton Metraji.....	56
Tablo 4.29 Poz No: 15.180.1006 Menfez Prefabrik İmalat Prefabrik Elemanlar Beton Metraji	57
Tablo 4.30 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Yerinde İmalat Donatı Metraji	58
Tablo 4.31 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Taban Filigran Döşeme Donatı Metraji	59
Tablo 4.32 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Tavan Filigran Döşeme Donatı Metraji	59
Tablo 4.33 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Duvar Dış Panel Donatı Metraji.....	59
Tablo 4.34 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Duvar İç Panel Donatı Metraji	59
Tablo 4.35 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Menfez Yaklaşık Maliyeti...	60
Tablo 4.36 Menfez Kanal Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması	61
Tablo 4.37 Manning (n) Pürüzlülük Katsayıları [38].....	62
Tablo 4.38 Horton-Einstein Yöntemi	63
Tablo 4.39 Pavloskii Yöntemi.....	64
Tablo 4.40 Felkel Yöntemi.....	64
Tablo 4.41 Yen Yöntemi	64

Tablo 4.42 Ortalama Eşdeğer Manning Pürüzlülük Katsayıları	65
Tablo 4.43 Ortalama Eşdeğer Manning Pürüzlülük Katsayılarına Göre Konveyans Değerleri.....	65
Tablo 4.44 Yerinde İmalat Kuşaklama Kanalı Konveyans Değerleri.....	65
Tablo 4.45 İki Alternatif Konveyans Oranları	66



TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında bana destek olan, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren, dönem itibariyle zor koşullar ve çalışma şartlarına rağmen, yanımda olduğunu her zaman hissettiğim, mesleğini fedakârlık, azim ve hoşgörü içerisinde sürdürmeyi kendisine ilke edinmiş, çok değerli danışman hocam, Sayın Doç. Dr. Erkan Turan' a, bilgi ve tecrübesi ile lisansüstü öğrenim hayatımın tüm zorlu aşamalarında yardımcı olan, tecrübeleri ile beni aydınlatan ve desteğini hiç eksik etmeyen, kendisini tanımaktan büyük onur duyduğum sevgili hocam Sayın Prof. Dr. Mehmet Ali Yurdusev' e, yüksek lisans tezimizin ana unsuru olan prefabrik yapı elemanlarının üretim detayları ve tekniği hakkındaki desteklerinden ötürü Ete Beton Firmasına ve Proje Sorumlusu Sayın İlhami Aykut' a, yine tezimizde sistem kesitlerini ve donatı detaylarını kullandığımız örnek projeyi bizlerle paylaşan, DSİ Bölge Proje İnşaat Şube Müdürü Sayın Serhat Doğan' a, çalışmalarım sırasında manevi desteğini her zaman hissettiğim değerli eşim Doç. Dr. Nurten Dinç' e, öğrenim hayatım boyunca beni maddi ve manevi olarak destekleyen ve hep yanımda olan aileme yürekten teşekkür ederim.

Hüseyin DİNÇ
Manisa, 2022

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PREFABRİKASYON ELEMANLARIN AKARSU ISLAHI VE MENFEZ YAPILARINDA KULLANIMI

Hüseyin DİNÇ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Mustafa Erkan TURAN

Bir mühendislik yapısından ömrü süresince dış etkilere karşı durarak yapılma amacına uygun olarak hizmet vermesi ve ekonomik olması beklenmektedir. Bu doğrultuda yeni çözüm yöntemleri, yeni inşaat teknikleri ve yeni malzemeler geliştirilmektedir. Farklı alanlar için geliştirilen teknolojilerin diğer alanlarda kullanımı araştırılmaktadır. Prefabrikasyon farklı yapı tiplerinde kullanım alanı bulan bir inşaat teknolojisi olup bu çalışmada prefabrik çift duvar ve filigran döşeme olarak adlandırılan farklı tip prefabrik elemanların akarsu ıslahı ve menfez yapılarında kullanımının yaklaşık maliyete, hidrolik parametrelere, işçiliğe ve uygulamaya etkileri araştırılmıştır.

Bu amaçla akarsu ıslahı uygulaması olarak bir kuşaklama kanalı ve menfez uygulaması olarak bir karayolu menfezi ele alınmıştır. Her iki yapının projelerinde olduğu gibi yerinde üretim alternatifi ve prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifi için yaklaşık maliyetleri ve pürüzlülük değerleri hesaplanarak prefabrik elemanların kullanımının hidrolik parametreler üzerine etkisi karşılaştırılmıştır. Hem akarsu ıslahı hem de menfez yapısında prefabrik elemanların kullanıldığı alternatiflerin dikkate alınan pozlar açısından maliyetinin düşük olduğu, konveyans değerlerini arttırdığı ve uygulama açısından avantajlı olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akarsu Islahı, Menfez, Prefabrikasyon Elemanlar, Maliyet Karşılaştırması

2022, 74 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

USE OF PREFABRICATED ELEMENTS IN RIVER REHABILITATION AND CULVERT STRUCTURES

Hüseyin DİNÇ

**Manisa Celal Bayar University
Institute of Science
Civil Engineering Department
Hydraulics Program**

Thesis Advisor: Assoc. Dr. Mustafa Erkan TURAN

It is expected from an engineering structure to be economical and to serve in accordance with the purpose of being built by resisting external effects throughout its life. In this direction, new solution methods, new construction techniques and new materials are being developed. The use of technologies developed for different fields in other fields is being investigated. Prefabrication is a construction technology that finds use in different building types, and in this study, the effects of the use of different types of prefabricated elements called prefabricated double-wall and filigree flooring on the approximate cost, hydraulic parameters, workmanship and application in stream improvement and culvert structures were investigated.

For this purpose, a bonding channel as a river improvement application and a highway culvert as a culvert application are discussed. As in the projects of both buildings, the effects of the use of prefabricated elements on hydraulic parameters were compared by calculating the approximate costs and roughness values for the on-site production alternative and the alternative where prefabricated elements are used. It has been concluded that the alternatives in which prefabricated elements are used in both river rehabilitation and culvert structure are low in cost in terms of the poses considered, increase the conveyance values and are advantageous in terms of application.

Keywords: River Rehabilitation, Culvert, Prefabricated Structures, Cost Comparison

2022, 74 pages

1. GİRİŞ

Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarının amaçları sudan faydalanmak, sudan korunmak ve suyu korumak olarak sıralanabilir. Bu amaçlara ulaşabilmek için farklı su yapıları inşa edilmektedir. Sudan faydalanmak için barajlar, regülatörler, sulama kanalları, içme kullanma suyu şebekeleri vb., sudan korunmak amaçlı akarsu ıslahı için gerekli yapılar vb., suyu korumak için arıtma tesisi vb. yapılar inşa edilmektedir[1].

Yapılan her mühendislik yapısından beklenen, öngörülen süre boyunca dış etkilere karşı durarak yapılma amacına uygun olarak hizmet vermesi ve ekonomik olmasıdır. Bu amaçlar için çalışmalar yürütülerek yeni çözüm yöntemleri, yeni inşaat teknikleri ve yeni malzemeler geliştirilmektedir. Yeni geliştirilen çözüm yöntemleri ile daha hassas sonuçlar elde edilebilmekte veya daha önce çözilemeyen problemler çözüme kavuşturulabilmektedir. Yeni inşaat teknikleri ve yeni inşaat malzemeleri ile daha dayanıklı yapılar, daha kısa süreli inşaatlar, daha ekonomik yapılar yapılabilmektedir. Bir yapının prefabrik elemanlar ile inşa edilmesi inşaat teknikleri açısından bir alternatif olarak karşımıza çıkmaktadır. Prefabrik elemanların kullanıldığı yapıların farklı kriterlere göre diğer alternatifler ile karşılaştırıldığı çalışmalar aşağıda verilmiştir.

Taştekin (2006) yaptıkları çalışmada üç farklı boyutta oluşturdukları sanayi tipi yapıyı farklı deprem bölgelerine göre prefabrik, çelik ve kompozit olarak projelendirmişlerdir. Farklı tip yapı elemanları kullanarak yaptıkları çözümleri maliyet analizleri üzerinden değerlendirmişlerdir. Çalışmaya göre, deprem bölgesinin değişiminin prefabrik binalara etkisi daha fazla olmuştur, açıklığın artması çelik yapı maliyetini daha fazla arttırmıştır, prefabrik yapının ilk maliyeti tüm alternatifler için daha düşük elde edilmiştir [2].

Ata (2002) yaptığı çalışmada, farklı açıklık ve yüksekliğe sahip on tane yapıyı aynı şartlar altında hem çelik hem de prefabrik olarak çözerek ekonomik olarak karşılaştırmıştır. Ele alınan yapılarda prefabrik yapıların yatırım maliyetlerinin daha düşük olduğu sonucuna varmışlardır [3].

Cao ve arkadaşları (2015) yaptıkları çalışmada prefabrik ve yerinde imalat yöntemleri ile inşa edilen iki tip konut projesini ele almışlardır. İki yapım tekniğinin çevresel performansını incelemişler ve prefabrik yapının yerinde imalata göre enerji kullanımında daha verimli, yine prefabrik binanın çevresel etki kategorilerinde de avantajlı olduğu sonucuna varmışlardır [4].

Wasana ve arkadaşları (2019) yaptıkları çalışmada prefabrik ve yerinde imalat yapıların performanslarını zaman, maliyet, kalite, sağlık ve güvenlik açısından Sri Lanka örneğinde karşılaştırmışlardır. Çok katlı bina projelerinde prefabrik binaların zaman, maliyet ve kalite açısından kötü sağlık ve güvenlik açısından ise çok iyi performans gösterdiği sonucuna varmışlardır [5].

Akarsu ıslahı ve menfez yapıları ele alındığında bu tip yapılar da hem yerinde imalat yöntemiyle hem de prefabrik elamanlar kullanılarak inşa edilebilmektedirler. Yerinde imalat yönteminde yapılar projesine göre inşa edileceği yerde imal edilirken prefabrik elamanların kullanıldığı yöntemde önce yapı elemanları üretilmekte daha sonra inşaat alanına nakledilerek orada yapı inşa edilmektedir. Mevcut durumda, akarsu ıslahında prefabrik elemanlar ya kanal kesitinin tamamını oluşturacak şekilde ya da kanal kesitinin bir kısmını oluşturacak şekilde üretilmektedir. Kesitin tamamı prefabrik elemandan oluşacak ise istenilen geometriye göre dikdörtgen, dairesel, trapez vb. olarak belli uzunluklarda üretilerek nakledilmektedir. Yine akarsu ıslahında diğer bir seçenek, kesit yan duvarları prefabrik olarak üretilmekte ve yerine yerleştirilmekte daha sonra ise kesitin geri kalanı yani tabanı yerinde imal edilerek prefabrik elemanlarla birleştirilmektedir.

Menfezlerde ise kesit prefabrik olarak dairesel veya dikdörtgen şekilde üretilip nakledilerek yapı inşa edilmektedir. Ancak yeni yapılan uygulamalarda akarsu ıslahı ve menfez yapılarında bahsi geçen prefabrik elemanlardan farklı olarak çift duvar ve filigran döşeme prefabrik elamanlarında kullanımı başlamıştır. Prefabrik çift duvar araları boş olacak şekilde iki panelin donatılarla birbirine monte edilmesiyle, prefabrik filigran döşeme ise tek bir panelden oluşan prefabrik elemanlardır.

Bu çalışmanın amacı prefabrik çift duvar ve filigran döşeme olarak adlandırılan prefabrik elemanların akarsu ıslahı ve menfez yapılarında kullanımının yaklaşık maliyete, hidrolik parametrelere, işçiliğe ve uygulamaya etkilerinin araştırılmasıdır. Bu amaçla akarsu ıslahı uygulaması olarak bir kuşaklama kanalı ve menfez uygulaması olarak bir karayolu menfezi ele alınmıştır.

Her iki yapı projelerinde olduğu gibi yerinde üretim alternatifi ve prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif için yaklaşık maliyet hesaplanarak karşılaştırılacaktır. Daha sonra yerinde üretim alternatifi ve prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif için pürüzlülük değerleri hesaplanarak prefabrik elemanların kullanımının hidrolik parametreler üzerine etkisi karşılaştırılacaktır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Akarsu Islahı

Akarsu ıslahının amacı taşkınları ve yol açacağı zararları bertaraf ederek taşkın sebebiyle oluşabilecek can ve mal kaybının önüne geçmektir.

Akarsu ıslahı yapılırken seçilecek yöntem bir çok değişken materyal göz önünde bulundurularak kararlaştırılır. Islah edilecek coğrafya, derenin yatak genişliği, debi, akış hızı, derenin ıslah edileceği bölgenin çevre yerleşim durumu, yol geçişleri ve toprak yapısı bunlardan başlıcalarıdır. Bununla birlikte yöntem seçiminde elbette maliyet, uygulanabilirlik ve yapım hızı gibi faktörler de değerlendirmede önemli yer tutar. Tüm bu sistemleri göz önüne alarak, tasarımcı en optimum sonuca ulaşacağı sistemi değerlendirmekle yükümlüdür. Burada amaç, ekonomik, uzun ömürlü ve estetik olmasıdır [6].

2.1.1. Taşkınların Sınıflandırılması

Taşkınlar farklı başlıklar altında sınıflandırılabilir. Meydana geldikleri konum dikkate alındığında kıyı taşkınları ve akarsu taşkınları olarak sınıflandırılabilir. Kıyı taşkınları, su kaynağının kara ile kavuştuğu kıyı bölgesindeki akıntıların taşıdığı sedimentin şekillendirdiği kumsallar ve yine benzer sebeplerle meydana gelen kıyı alanlarını etkilemektedir. Akarsu taşkınları ise söz konusu akarsu yatağını oluşturan, toprak ve bitki örtüsü ile yağış arasındaki doğal dengenin bozulması sonucunda, şiddetli yağışların oluşturduğu yüzey akımlarının, dere yatağının kapasitesinin artması münasebetiyle, dere yatağının taşıma gücünden fazla miktarda su akımının meydana gelmesi ve toprak erozyonu oluşmasına sebebiyet vererek çevresine zarar vermesi ile meydana gelmektedir. Akarsu taşkınları en sık karşılaşılan ve ciddi zararlara sebebiyet veren taşkın türü olduğundan özellikle yerleşim alanlarına veya ulaşımın sağlandığı yol bölgelerinde sebebiyet verdiği erozyonlar sonucunda mal ve can kaybına neden olmaktadır [6].

Taşkınları, meydana geliş sebeplerine ve meydana gelme sıklıklarına göre de sınıflandırmak mümkündür. Meydana geliş sebeplerine göre taşkınlar, yağmur, kar erimesi, buzul etkileri, toprak kaymaları, baraj ve su bentlerinin çökmesi, deniz kabarması ve yapay etkiler olarak ayrılabilir.

Meydana geliş sıklığına göre taşkınlar ise yıllık taşkın, yaz taşkını, kış taşkınları, en büyük taşkın ve muhtemel en büyük taşkın olarak sınıflandırılabilir [6].

2.1.2. Taşkınların Sebepleri

Taşkınlar, doğanın kendi yapısında var oluşu kaçınılmaz bir doğa olaylarıdır. Bu doğa olayını kontrol altına alma gereği insanın ve yerleşim alanlarında oluşmasının meydana getireceği can ve mal kaybıdır. Bu nedenle taşkın sebeplerini, doğal olması veya çarpık kentleşme ve kontrolsüz yapılaşmanın getirisi olan insan müdahalesi ile meydana gelmesi olarak ikiye ayırabiliriz [7].

Taşkınların doğal nedenlerini dikkate almak gerekirse, kısa sürede meydana gelen şiddetli yağışlar, ani ısınma sonucu kar veya buzul erimeleri gibi doğal nedenler; dere yatağının içinde biriken bitkiler veya alüvyonun sebep olduğu yatak daralması veya set oluşumu, akarsu tabanında doğal olarak yetişen ağaç bitkiler ve çalıların yatak kesitini daraltması gösterilebilir [6].

İnsan kaynaklı taşkın nedenlerine gelecek olursak, şehir merkezlerinden geçen dere yataklarının imara açılması veya çarpık yapılaşma, dere yol geçişlerinde uygulanacak köprü veya benzer uygulamalar ile yatak kesitinin daraltılması, bilinçsiz ve doğru projelendirilmemiş su yapısı imalatları, dere yatağına çöp, kanalizasyon, evsel atık veya sanayi atıkları akıtılması gibi müdahaleleri göstermek mümkündür [6].

2.1.3. Taşkınların Zararları

Taşkınlar, oluştukları bölge itibarıyla çevresine çeşitli tahribatlar vermektedir. Yerleşim alanlarında oluşan taşkınlar can ve mal kaybına sebebiyet verdiği gibi, tarımsal bölgelerde oluşan taşkınlar, tarım alanlarına ve ürünlerine zarar verir. Yol geçiş alanlarında yaşanan taşkınlar ise yine can ve mal kaybına sebebiyet vereceği gibi yaşamı olumsuz etkileyerek yaşandığı bölgeye ciddi zararlar verir.

Taşkın zararlarını üç grupta değerlendirmek mümkündür. Bunlar; doğrudan doğruya oluşan zararlar, dolaylı zararlar ve para ile ölçülemeyen zararlardır.

Doğrudan doğruya oluşan zararlar, gözle görülebilen yani suyun taşkın sırasında çevresine verdiği mekanik zararlar, verimli arazilerde oluşan taşkınlar sebebiyle toprak örtüsünün verimini kaybetmesi, yol kenarları veya arazilerde oluşan taşkınlar sebebiyle erozyon meydana gelmesi, taşkın suyunun teması sonucu, sudan zarar gören hammaddelerin kullanılamaz hale gelmesi, paslanması, kimyasal zararlar ve bitkilerin boğulması suretiyle ölmeleri sonucu çoraklığın meydana gelmesidir.

Dolaylı zararlar ise, doğrudan doğruya oluşan zararların neticesinde birbirine bağlı faktörlerin yakınlık derecelerine göre zarar görmeleridir. Tarım arazilerinin bozulması ile tarım yapılamaması ve ürün satılamaması kıtlık ve ekonomik zorluklar gibi örneklendirmek mümkündür. Bina yıkılması ile sigortalı veya sigortasız araç ve yapıların gördüğü zararların temini ve yaşanan ekonomik güçlükler gibi.

Para ile ölçülemeyen zararlar ise daha tamiri zor ve geniş zamanlı zararlar olup, yaşanacak yıkım daha çok kitleye etki eder. Taşkın sonucu oluşan zararın büyüklüğüne göre, işsizlik, sosyal güvensizlik, sağlık sorunları, can kayıplarının sonucu etkilenen kitlenin yaşayacağı travmalar hesaplanamayan zararlardır [6].

2.1.4. Taşkından Korunmada Kullanılan Yöntemler

Taşkınlar sebebiyle oluşan zararların önüne geçilmesi veya en aza indirgenmesi için taşkın alanlarında farklı önlemler alınmaktadır. Bu önlemler yapısal ve yapısal olmayan yöntemler olarak iki başlıkta sınıflandırılabilir.

Yapısal olmayan yöntemler, taşkına uğrayabilecek bölgelerde, kamulaştırma yapılması, imar değişiklikleri, mevzuat değişiklikleri, sigorta, yeniden iskân, akarsu sulak bölgelerinin tekrar oluşturulması, afet yönetimi, halkın konu hakkında bilinçlendirilmesi, erken uyarı sistemlerinin kurulması olarak sıralanabilir [8].

Bu yapısal yöntemler ise aşağıdaki başlıklar altında sıralanabilir [9];

A) Yukarı Havza Tedbirleri

- Kültürel Önlemler
- İnşaat Önlemleri

B) Mansap Tedbirleri

- Sürüklenen Malzeme Akımını Durdurucu Yapılar
- Yetersiz Doğal Yatak Kapasitesini Düzenleyici Tedbirler
- Proje Debisi Seçimi
- Kesit Şekli Seçimi
 - Parabolik Kesit
 - Trapez Kesit
 - Dikdörtgen Kesit
 - Depolu Trapez Kesit
 - Seddeli Trapez Kesit
- Şevlerin Stabilesini Sağlayıcı Tedbirler
- Pere Kaplamalar
- Beton Kaplamalar
- Gabion Kaplamalar
- Taş Dolgular
- Mahmuzlar
- Bitkisel Kaplamalar

C) İstinat Duvarları

- Kuru Duvarlar
- Harçlı Kagir Duvarlar
- Beton Ağırlık Duvarları
- Betonarme Konsol Duvarlar
- Gabion Duvarlar

D) Taşkın Koruma Projelerinde Yer Alan Sanat Yapıları

- Köprüler
- Menfezler

2.2. Menfezler

Özellikle karayollarında akarsu geçişlerinde uygulanan betonarme sanat yapıları sayesinde akarsu taşkınlarının yarattığı yıkıcı etkilerin önemli ölçüde önüne geçilmektedir. Yapılan betonarme menfez uygulamaları ile akarsu ve dereler yol geçişlerinde ıslah edilerek, taşkının yarattığı zararları engellemektedir.

Menfezler karayolları standartlarında mesnet açıklıkları en fazla 10 m, orman yollarında ise 6 m olan yapılara denir. Daha büyük açıklığa sahip yapılara Köprü denir. Menfezler yapılarına göre kutu, boru, tabliyeli, kemerli olmak üzere dört ayrı isimle anılırlar [10].

Menfezler dizayn edilirken, sabit yükler ile ömrü boyunca etki edecek hareketli yükler dikkate alınmalıdır. Bu yükler arasındaki fark, birinin yapının ömrü boyunca kalıcı olması diğerinin ise kullanım amacına göre geçici olmasıdır [10].

Boru menfezler bir diğer adı ile büzler, dolgu yüksekliği az olan dolgularda betonarme, beton veya sepet kulpu olarak imal edilirler. Bu menfez tipleri zarar görme olasılığı yüksek olduğu için, çok fazla yük etkileyen dolgularda tercih edilmezler. Ön dökümlü sistemle üretildikleri için, bakım sırasında veya acil durumlarda tercih edilirler [10].

Kutu şeklindeki menfezler, temiz açıklıkları 1,00 m ile 3,00 m aralıklarında ve yükseklikleri de 0,60 m ile 3,00 m açıklıklarında olan, giriş ve çıkışında kanat duvarları olan ve betonarme olarak imal edilen menfezlerdir. Temiz açıklığı 1,50 m'ye kadar olanların 15,00 m dolgu yüksekliğine kadar , temiz açıklığı 2,00 - 3,00 m arasında olanların 9,00 m dolgu yüksekliğine kadar tercih edilmeleri uygundur. Akım hızı yüksek olan ve sürüklenen katı miktarı fazla olan akarsularda, kutu şeklindeki menfezler tercih edilmemelidir [10].



Şekil 2.1 Prefabrik Kutu Menfez [11]

Kemer şeklindeki menfezler, temiz açıklıkları 0,70 m ile 5,00 m aralığında ve 6,00 m ile 10,00 m aralığında olmak üzere iki grupta sınıflandırılmaktadır. Bu tip menfezlerde ayak yükseklikleri 0,60 ile 1,50 m aralığında olmaktadır. [10].



Şekil 2.2 Betonarme Menfez [12]

Menfez yapılarının tabliyeler, plak, köprüler kirişli olarak tasarlanırlar. Köprüler ile tabliyeli menfezler genellikle dolgu altı için tasarlanmazlar. Menfezlerde 15 m'den fazla uzunluklarda dilatasyon derzi uygulanır [10].

2.2.1. Proje Debisinin Belirlenmesi

Menfezler için proje debisi hesaplamalarında şu yöntemler kullanılmaktadır [6];

- Yağış analizi
- Akış Analizi
- Sentetik Yöntemler ;
 - Dsi Sentetik Yöntemi
 - Mockus Yöntemi
 - Snyder Yöntemi
- Gözlenmiş Akımlarla Taşkın Hesabı ;
 - Noktasal Taşkın Frekans Analizi
 - Bölgesel Taşkın Frekans Analizi
 - Hacim Yinelenmeleri
 - Maksimum Tarihi Taşkın Zarfı ($A - Q_{TTZ}$)
 - Q_{100} Taşkın Zarfı ($A - Q_{100}$)
- Ampirik Formüllerle Taşkın Hesabı ;
 - Rasyonel Yöntem
 - Mc Math Yöntemi

2.3. Prefabrikasyon

Prefabrikasyon, ön dökümlü yapı elemanı olarak da adlandırılabilir. Buna istinaden tasarımı prefabrik sisteme uygun yapıların, fabrika ortamında çeşitli kalite ve yönetmelik standartlarına uygun olarak, teknik elemanlar ile laboratuvarlarca kontrol edilebilir ve kayıt altında tutulabilir şekilde üretilmeleri, fabrika istif alanında dayanımları ve montaj sahasının hazır hale gelene kadar bekletilmesi, ilgili sevkiyat standartlarına uygun olarak karayollarının izin ve kriterlerine uygun şekilde sevk edilmeleri ve son olarak da sahada tamamlanan alt yapıya imalat ve montaj projelerine uygun şekilde birleştirilmelerinden meydana gelen yapı sisteminin tümüdür [13].

Ülkemizde prefabrikasyon uygulamaları 1955 yılında beton direk üretimi ve sanayi tipi yapılarda 1965 yılında başlanmıştır [13].

Ülkemizde prefabrikasyonun gelişimi özellikle son yıllarda giderek artmakta, daha çok yapı uygulaması çeşitliliğinde prefabrikasyon teknolojisinin avantajlarından yararlanılmaktadır. Özellikle sanayi yapılarında prefabrik imalatlar sunduğu çok sayıda avantaj sayesinde diğer yapı türlerine göre kıyasla daha çok tercih edilmektedir.

Prefabrikasyonun avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Yapının inşaatı ve yapı temel imatları eş zamanlı olarak yürütülebilmesi sonucunda proje süresinin kısaltılması,
- Prefabrik elemanlar fabrika ortamında yüksek kalite kontrol şartlarında imal edilmesi,
- Yüksek dayanımlı beton ve ön germe teknolojileri sayesinde geniş açıklıkların geçilebilmesi ve özel şekillere sahip elemanların üretilebilmesi,
- İklim şartlarından etkilenmeden sürekli üretim yapılabilmesi,
- Kalıp, kalıp iskelesi, malzeme, iş gücü ile zaman tasarruf sağlaması,
- Mimari tasarımda esneklik sağlaması,
- Üretim sırasında oluşan atıkların geri dönüşüm avantajı ve az fire olması,
- Bakımının kolay, ömrünün uzun olması, yangına ve korozyona karşı direnç göstermesi,
- Yerli hammadde kullanım imkanı bulunması [13].

2.3.1. Prefabrikasyonun Aşamaları

Prefabrik bir yapının inşa edilmesi tasarım, üretim, nakliye ve montaj aşamaları ile gerçekleştirilmektedir. Bu aşamalar aşağıda açıklanmıştır.

Uygulanacak yapının tasarımında, prefabrik yapı elemanlarının üretileceği firmaların kalıp çeşitliliği ve seçilen kesitlerin uygulanabilirliği konusunda bilgi alınmalı, projelendirme aşamasında bu bilgiler doğrultusunda firma ile ortak hareket edilmelidir. Ek olarak, ayrıca prefabrik imalatlar ile ilgili yönetmelik ve standartlar dikkate alınmalıdır.

Prefabrik elemanların üretim aşaması, üretici firmaların fiziki imkan ve kalıp zenginliği doğrultusunda belirlenebilir. Ancak tasarımcılar, üretilecek elemanların görsel özellikleri konusunda üreticiler ile uyum halinde olmalıdır.

Prefabrik imalatlarda kullanılan çelik kalıplar, gövdesinde sabitlenmiş vibratörler ile döküm esnasında titreşim sağlanması suretiyle, betonun doğru yerleşim sağlaması ve en ince kesitlerde bile donatı ile betonun arasındaki aderansın ideal olmasını sağlamaktadır. Beton yüzeyleri bitmiş ürün olarak düz pürüzsüz elde edilerek ek sıva ve benzeri imatlara gerek duyulmaması ile estetik ve ekonomi sağlanmaktadır.

Prefabrik yapı elemanlarında; C25, C30 ve C35 beton sınıfları ile normal dökümler, C40 ve üzeri beton sınıfları ile de ön germeli üretimler uygulanmaktadır. Tüm üretimler ürün kalite kartları ile belgelenmekte ve arşivlenmekte olup, kalıp kontrolü , demir donatı kontrolü, beton onayı, döküm saati ve buhar uygulama kontrolleri ile kalıptan alınma numunesi kontrolü ve onayı sonrası istife alınması aşamalarından geçmektedir.

Üretim tesislerinde beton kalite kontrolleri, hazır beton birliği standartları ile ilgili TSE standartları ile kontrol altında tutulmaktadır. Üretimler, tesis içerisinde bulunan laboratuvar sayesinde kontrol altında tutulmasının yanı sıra ülkemizde yürürlükte olan yapı denetim kanunu ile bağımsız laboratuvar ve denetleme elemanlarınca da kontrol altında tutulmaktadır.

Prefabrik elemanların tasarımlarında göz önünde tutulması gereken bir başka aşama da, elemanların fabrikadan şantiyeye naklinde karayollarında uygulanan kısıtlar ve montaj sahasının fiziki durumudur.

Prefabrik elemanların üretimleri şantiyeye gönderilecek miktara ulaşıldığında ve montaj sahasının uygun olduğu durumda sevkiyat programı yapılır. Bu aşamada tırlara yüklenen yapı elemanları son ürün kontrolünden geçirilir ve varsa eksikleri, yüzeysel darbeye bağlı kırılmalar veya kaldırma kancası ezilmeleri gibi durumlar, özel tamir harçları ile giderilir ve tırlara yüklenir. Yükleme standartları ve tonajları ilgili yönetmelik ve şartnamelerde belirlenmiştir.

Üretimi tamamlanan prefabrik yapı elemanları, şantiye programına uygun olarak, sevkiyata hazırlanır. Üretim, nakliye ve montaj şantiyeden gelecek iş akış programına uygun olarak planlandığında, işin tamamlanma süresi, maliyeti ve sahada hareket kabiliyeti o denli uygun olur. Üretilen yapı elemanın kullanıldığı yer ve yapıdaki birbirine bağıllık durumu sevkiyat sıralamasında önemlidir.

Prefabrik yapı uygulamasının son aşaması saha montajıdır. Üretici firmaların koordinasyonu ile yürütülen bu aşama ile ilgili olarak tasarımcı, montaj ve bağlantı detayları ile bu detayların kendi tasarımına etkisini üretici firma ile koordine etmelidir [13] .

2.3.2. Prefabrikasyon Yönteminin Uygulama Alanları

Ülkemizde ve dünyada prefabrikasyon yöntemiyle uygulanan yapı türleri gün geçtikçe çeşitlilik kazanmakta ve prefabrikasyon, sağladığı avantajlar ile daha çok alanda klasik yöntemlerin yerini almaktadır.

Uzun yıllardır sanayi yapılarında, alt yapı çözümlerinde ve su yapılarında uygulanmakta olan prefabrikasyon yöntemi gelişen teknoloji ve gereksinimler neticesinde, çeşitlilik kazanmış ve sunduğu estetik çözümler ile daha çok alanda kullanılmaya başlanmıştır.

Günümüzde prefabrikasyon yöntemi ile;

- Sanayi Yapıları
- Okullar
- Spor Tesisleri
- Alışveriş Merkezleri
- Hayvan Çiftlikleri
- Toplu Konutlar

gibi üst yapı uygulamaları ile ilgili bir çok proje örneği mevcuttur. Bununla birlikte prefabrikasyonun sunduğu avantajlar sayesinde;

- Karayolu Elemanları
 - Köprü Kirişleri
 - Beton Bariyerler
 - Menfezler
- Demiryolu Elemanları
 - Beton Traversler
 - Koruma Çitleri
- Çevre Düzeni Elemanları
 - Bordür Taşı ve Parkeler
 - Kent Mobilyaları
 - İstinad Duvarları ve Perdeler
- Su Yapıları ve Alt Yapı Elemanları
 - Beton Boru
 - Menfez
 - Kanalet
 - Artıma Tesisleri
- Elektrik Tesisat Alt Yapıları
 - Nakil Hattı Kanal ve Kapakları
 - Rüzgar Enerjisi Kuleleri
 - Hazır Trafo Köşkleri
- Tünel Segment Elemanları[13]

gibi bir çok alanda proje tasarımlarına alternatif sağlamakta ve kullanılmaktadır.

2.4. Prefabrik Elemanların Su Yapılarında Kullanımı

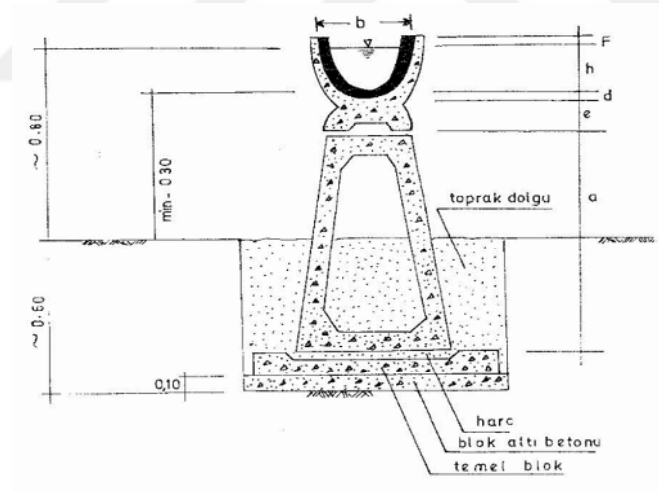
Prefabrik elemanlar bir önceki başlıkta bahsedildiği gibi birçok alanda kullanılabilir. Bu başlık altında prefabrik elemanların özellikle su yapılarında kullanımı ele alınacaktır.

2.4.1. Kanalet

Kanaletler, sulama suyunun serbest yüzeyli olarak iletiildiği sulama sistemlerinin bir elemanıdır. Kanaletler 5m ile 7m arasında eliptik veya yarım daire kesitli olarak üretilirler. Kanelet görseli Şekil 2.3'te, kanalet kesiti ise Şekil 2.4'te verilmiştir.



Şekil 2.3 Sulama Kanaleti[14]



Şekil 2.4 Kanalet Elemanları Kesiti[15]

Ülkemizde, kanalet ve tarımsal amaçlı sulama kanallarında kullanılan prefabrikasyon teknolojisi, sağladığı avantajlarla, kolay uygulanabilir ve daha çok bölgeye suyun ulaşımında önemli fayda sağlayan bir yapı elemanı olmuştur. Kanalet üretim fabrikaları, prefabrik üretim tesisleri özelliklerini taşıdığından, kontrol edilebilirlik, süreklilik ve zaman tasarrufu açısından saha imalatlarının hızlı sonuca ulaşmasını sağlar.

Üretim standartları özel yönetmeliklere bağı olan kanaletler, özel ayak sistemleri ve birleşimlerinde kullanılan sızdırmazlık detayları ile tarımsal sulama sistemlerinde önemli yer teşkil etmektedirler. Kanaletler, zeminde uygulanan yastık betonu üzerine , ayak elamanı ve kanal kirişi ile uygulanmakta olup, yol geçişleri yerinde uygulanan düşü rögarları ve beton boru geçişleri ile tamamlanır.

2.4.2. Altyapı Elemanları

Prefabrik olarak üretilen altyapı elemanlarından en çok kullanılanları beton/betonarme borular ile muayene bacalarıdır.

Suyun serbest yüzeyli iletiildiği kanalizyon sistemlerinde kullanılan beton boru ve muayene bacaları imalatları uzun yıllardır prefabrikasyon yöntemleriyle üretilmektedir. İlgili yönetmeliklere göre altyapı sistemlerinde kullanılan beton boruların TS 821 EN 1916'ya uygunluğu aranmaktadır.

Beton borularda, Ø150mm ile Ø600mm çapları arasında beton, Ø700mm ile Ø1600mm çapları arasında betonarme üretim yapılmaktadır. Beton borulara ait görsel Şekil 2.5 verilmiştir.

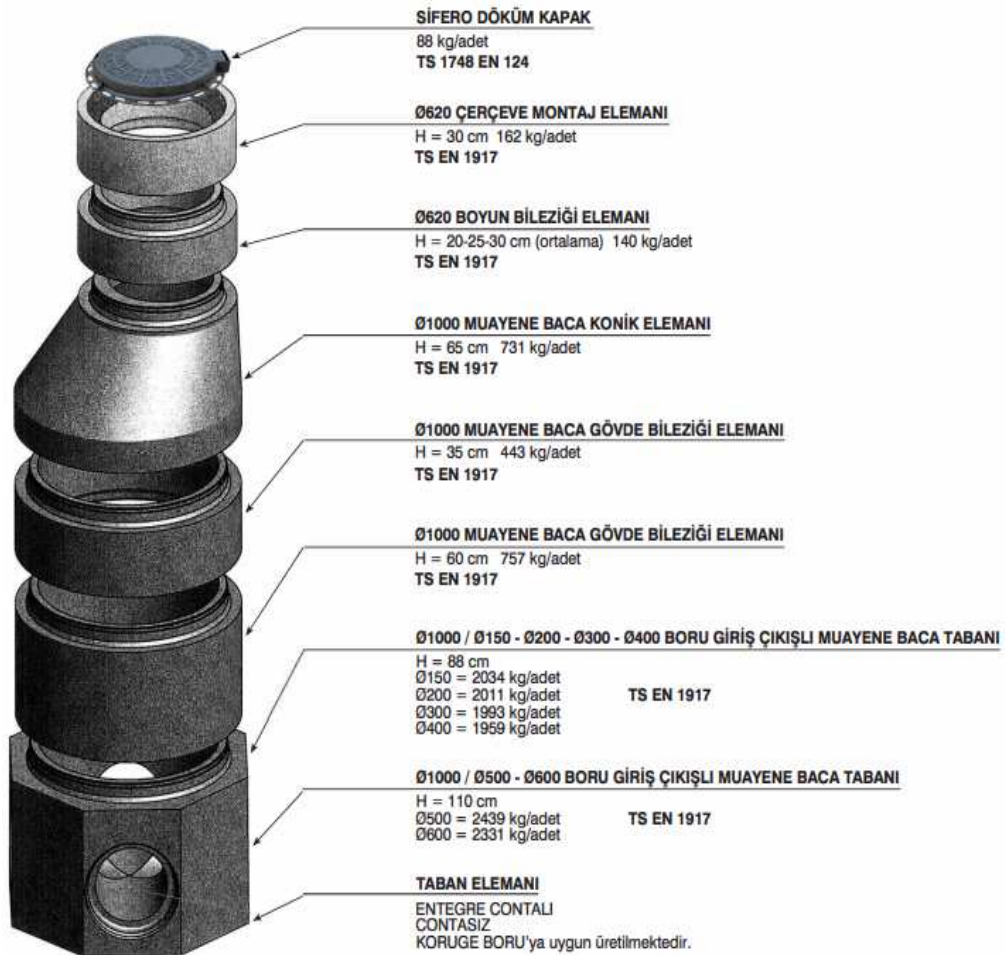


Şekil 2.5 Beton Boru [11]

Beton boru imalatlarının alternatif yöntemlere göre, değişik dolgu ve trafik yüklerine karşı üstün dayanımı, su akışına karşı yüksek iç basınç dayanımı, tamir ve bakım kolaylığı, tamamen yerli malzemeler kullanılarak üretilmesi, uzun ömürlü ve zor deforme olan yapısının yanında ekonomik olması tercih sebebidir. Betonarme boruların, asit türevi içeriğe sahip zeminlerde önlem alınmaz ise kullanılmasının sakıncalı, döşenmesinin alternatiflere göre zaman alması, fire miktarının fazla olması dezavantajları olarak sıralanabilir [16].

Yağmur suyu ve pis su kanalizasyon sistemlerinde kontrol, havalandırma, kavşak v.b. kısımlarda yapılan imalatlara muayene bacası denir. Muayene bacaları prefabrikasyon teknolojisi ile çeşitli ebat ve boylarda imal edilmektedir. Ülkemizde Muayene Bacaları ile ilgili standart TS EN 1917 / AC' dir.

Muayene bacası çapları genelde Ø1000mm ile Ø1200mm arasında olmakla birlikte, özel üretimle daha büyük çaplarda da üretim yapılabilmektedir. Muayene baca ölçüleri kullanılan boru çaplarına göre değişmektedir. Ø1000 mm çaplı baca Ø200mm ile Ø600mm boru çapları için Ø800mm'den büyük çaplar için ise Ø1200mm ve daha büyük baca çapları kullanılmaktadır. Daha büyük çaplı toplayıcı hatlarında yerinde imalat yapılmaktadır [17]. Prefabrik muayene bacası görseli Şekil 2.6' da verilmiştir.



Şekil 2.6 Prefabrik Beton Muayene Bacası[18]

2.4.3. Menfez

Yüzeysel akışa geçmiş yağışın yola ve diğer yapılara zarar vermemesi ve yapının altından iletilmesi için yapılara menfez denilmektedir[19]. Menfezlerde malzeme olarak beton, çelik, kil veya diğer malzemeler kullanılabilir. Kesit olarak menfezler dikdörtgen, dairesel, kutu veya başka tiplerde olabilir.

Beton boru ve kutu menfez üretimleri gelişen teknolojiler sayesinde fabrika ortamında hızlı, ekonomik ve standart olarak üretilmekte ve sahaya sevk edilmektedir. Üretimde kullanılan çelik kalıplar kendi hidrolik sistemi sayesinde ek bir araç gereksinimi duymadan kalıptan alınabilmekte ve istif için araçlara yüklenebilmektedir. Boru ve kutu tip menfez üretim görselleri Şekil 2.7’ de verilmiştir.



Şekil 2.7 Prefabrik Menfez Üretimi [20]

2.4.4. Dere Islah Elemanı

Dünyanın farklı ülkelerinde dere ıslahında uygulamalarında hazır kesit veya kesitin bir kısmı olarak kullanılan prefabrik elemanlar üretilmektedir. Bazı elemanlar özel erkek dişli birleşim detayı sayesinde sızdırmazlık sağlamaktadır.

Sahada uygulanacak kazı ve tesviye işlerinin ardından grobeton bile gerektirmeden montajı mümkündür. Yüzeyinde uygulanabilen çeşitli desen ve logo imalatları sayesinde estetiğe katkı sağlamaktadır.

Trapez kesitli prefabrik kanal elemanı görseli, dikdörtgen kesit kanal elemanı görseli Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da verilmiştir.



Şekil 2.8 Trapez Kesitli Prefabrik Kanal [21]



Şekil 2.9 Dikdörtgen Kesitli Prefabrik Kanal [22]

Ülkemizde uygulanan kanal kesitinin bir kısmını oluşturan prefabrik eleman görseli Şekil 2.10’da verilmiştir.

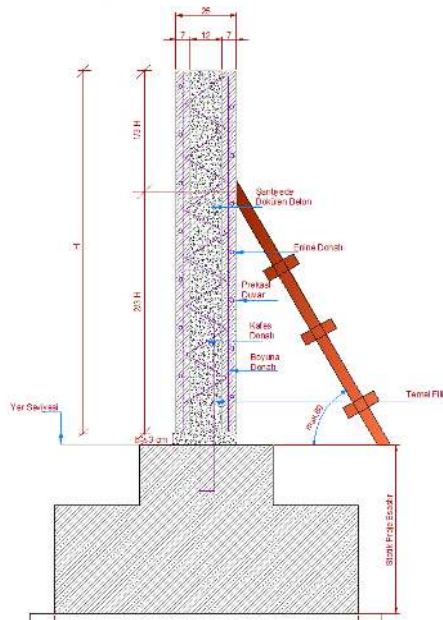


Şekil 2.10 Prefabrik Yay Kesit Elemanı[23]

3. KULLANILAN MATERYAL ve YÖNTEMLER

3.1. Prefabrik Çift Duvar Elemanı

Prefabrik çift duvar elemanları, özel olarak geliştirilmiş ve tasarlanmış çelik kalıplarda fabrika ortamında üretilen bir prefabrik elemandır. Prefabrik çift duvar araları boş olacak şekilde iki panelin donatılarla birbirine monte edilmesiyle üretilen prefabrik elemandır. Prefabrik çift duvar elemanın montajı şantiye alanında projesine uygun yapıldıktan ve ek donatı montajından sonra panellerinin arası beton ile doldurulup, taşıyıcı betonarme perde duvar elde edilmektedir. Elemana ait kesit Şekil 3.1 ve eleman görseli Şekil 3.2’ de verilmiştir.



Şekil 3.1 Prefabrik Çift Duvar Kesiti [18]



Şekil 3.2 Prefabrik Çift Duvar Elemanı [18]

Prefabrik çift duvar elemanın teknik özellikleri Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1 Prefabrik Çift Duvar Elemanın Teknik Özellikleri [24]

Uzunluk	Maksimum 10,00 m
Yükseklik	Maksimum 3,00 m
Panel Kalınlığı	5 – 7 cm
Duvar Kalınlığı	20 – 35 cm
Ağırlık	250 kg/m ² (2 x 5 cm panel kalınlığı için)
Beton Sınıfı	Minimum C30/37

Prefabrik çift duvar elemanı, özel kalıp sistemi ve kafes tipi donatı detayı kullanılarak imal edilmektedir. Statik hesaplar ile yapı elemanının uygulanacağı yere ve işlevine göre gerekli tahkikler yapılarak, elde edilen sonuçlara göre çeşitli kesit ve ebatlarındaki donatılar, bilgisayar kontrollü makinelerde fabrika ortamında hazırlanmaktadır. Şekil 3.3’ te kafes tipi donatı imalatı verilmiştir.



Şekil 3.3 Kafes Tipi Donatı İmalatı [18]

Fabrika üretim hattında bulunan çelik kalıplar, seçilen ebatlara göre kenar sınırlamaların yerine uygulanması ile üretimi istenilen boyutlarda sınırlandırılır ve kalıp yağlanarak donatı yerleştirilmesine hazır hale getirilir. Beton dökümüne hazır kalıp ve donatı Şekil 3.4’ te verilmiştir.

Kalıp yüzeyi olan alt duvar, statik projede seçilen kalınlıklara ve donatı yerleşimine ve beton sınıfına uygun olarak dökülür. Beton dökümü esnasında kalıba monte edilmiş vibratörler sayesinde homojen yerleşim elde edilir. Daha sonra kalıbın ilerleyeceği özel bant sistemi sayesinde, ürün kalıp ile kür odasına girer.



Şekil 3.4 Prefabrik Çift Duvar Eleman Donatı Yerleşimi [18]

Gerekli dayanımı kazanacağı süre ve ısıda uygulanan buhar kürü sayesinde ilk dökülen duvar gerekli dayanıma ulaşır ve üretim hattının devamı olan çevrilme bölümüne geçirilir. Özel olarak üretilen hidrolik kalıp sistemleri ile prefabrik çift duvar imalatın ilk aşamada dökülen bölümü kalıptan alınır ve daha önceden dökümü tamamlanan diğer bölümüne uygulanmak üzere çevrilir. Prefabrik çift duvarın ilk aşamada dökülen kısmı ile ikinci aşamada dökülen parçası yine hidrolik kalıp sistemi sayesinde ve özel kafes donatısının sağladığı avantaj ile henüz ikinci parça yeni döküldüğü esnada üzerine bırakılır ve birleşim tamamlanmış olur. Hazır eleman görseli Şekil 3.5’ te verilmiştir.



Şekil 3.5 Birleşimi Tamamlanmış Prefabrik Çift Duvar Elemanı [18]

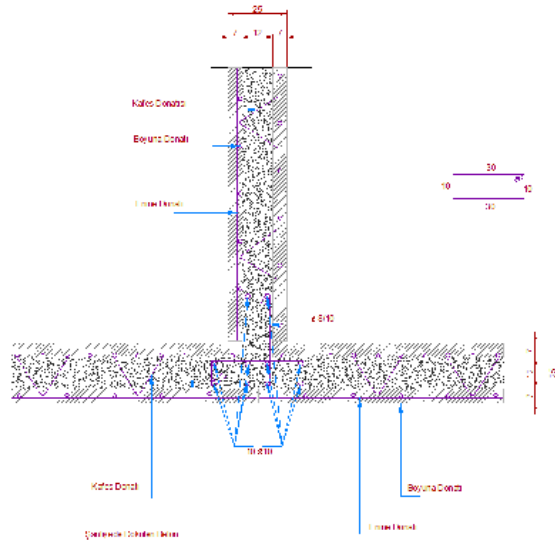
Prefabrik çift duvar elemanın avantajları aşağıda verilmiştir.

- Kalıp ihtiyacını ortadan kaldırarak kalıp, kalıp iskelesi ve işçilik maliyetlerini azaltmaktadır.
- Mimari ve statik projelere uygun olarak fabrikada bilgisayarlar kontrolünde bulunan ünitelerce üretilir.
- Bu elemanlarla üretilen duvarlar taşıyıcı duvar özelliğindedir. Üretimde en az C30/37 sınıfında beton kullanılmaktadır.
- Prefabrik çift duvarların üretimi sırasında kullanılan vibrasyonla homojen yapıda bir yerleşim sağlanır[18].

Söz konusu yapı elemanı çoğunlukla konut ve sanayi projelerinde taşıyıcı sistemi oluşturan karkas ve duvar sistemi olarak üretilmekte olup, çeşitli ARGE çalışmaları ile su yapılarında da uygulanabilir şekilde üretilmektedir.

3.2. Prefabrik Filigran Döşeme

Prefabrik filigran döşeme elemanı, prefabrik çift duvar elemanında olduğu gibi özel olarak geliştirilmiş ve tasarlanmış çelik kalıplarda fabrika ortamında üretilen bir prefabrik elemandır. Prefabrik filigran döşeme, prefabrik çift döşemeden farklı olarak tek bir panel ve üzeri kafes donatılı olarak elde edilmektedir. Prefabrik filigran döşeme, şantiye alanında üretim planına uygun olarak monte edildikten sonra üstte kalan kafes donatılı bölüm beton ile doldurulup imalat tamamlanmaktadır. Elemana ait kesit Şekil 3.6 ve eleman görseli Şekil 3.7’de verilmiştir.



Şekil 3.6 Prefabrik Filigran Döşeme Kesiti [18]



Şekil 3.7 Prefabrik Filigran Döşeme [18]

Prefabrik filigran döşeme elemanın teknik özellikleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2 Prefabrik Filigran Döşeme Elemanın Teknik Özellikleri [24]

Uzunluk	Maksimum 10,00 m
Yükseklik	Maksimum 3,20 m
Panel Kalınlığı	5 – 7 cm
Döşeme Kalınlığı	12 – 40 cm
Ağırlık	125 kg/m ² (5 cm döşeme kalınlığı için)
Beton Sınıfı	Minimum C30/37

Prefabrik filigran döşeme, prefabrik çift duvarla benzer bir üretim süreci ile üretilmektedir. Üretim sürecine ilişkin görseller Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da verilmiştir. Şantiye alanında prefabrik döşemeler yerine monte edildikten sonra ek birleşim, montaj donatıları yerleştirilerek proje döşeme kalınlığı kadar yerinde beton dökülerek imalat tamamlanır [18].



Şekil 3.8 Prefabrik Filigran Döşeme Donatı Yerleşimi [18]



Şekil 3.9. Prefabrik Filigran Döşeme Beton Dökümü [18]

Prefabrik filigran döşeme avantajları aşağıda verilmiştir.

- Kalıp ihtiyacını ortadan kaldırarak kalıp, kalıp iskelesi ve işçilik maliyetlerini azaltmaktadır.
- Mimari ve statik projelere uygun olarak fabrikada bilgisayarlar kontrolünde bulunan ünitelerce üretilir.
- Bu elemanların kullanıldığı yapılarda yük taşıyıcı eleman olarak tasarlanabilirler.
- Prefabrik filigran döşeme üretimi sırasında kullanılan vibrasyonla homojen yapıda bir yerleşim sağlanır.
- Tavan sıvası ihtiyacı olmadan pürüzsüz bir yüzey elde edilir[18].

Söz konusu yapı elemanı çoğunlukla konut ve sanayi projeleri için üretilmekte olup, çeşitli ARGE çalışmaları ile su yapılarında da uygulanabilir şekilde üretilabilmektedir.

3.3. Akarsu Islahı İmalatı

Akarsu ıslahı konusunda ele alınan yöntemler kanal şeklinin ve kanal kaplama malzemesinin değiştirilmesidir. Bu amaçlar doğrultusunda yapılacak yerinde imalatla aşağıdaki işlemler yapılmaktadır.

Öncelikle ıslah edilecek akarsu yatağının, inşaatı uygun hale getirilmesi için akarsu yatağının kuru durumda bulunması gerekmektedir. Bu sebeple, alternatif yatak oluşturmak suretiyle inşaat yapılacak alan kuru tutulmalıdır. Daha sonra gerekli kazı dolgu çalışmaları yapılır. Bu çalışmaların tamamlanmasına müteakip, yapılacak imalatın projede öngördüğü değerlerde ince tesviyesi yapılır. Tesviye çalışmalarına ait görsel Şekil 3.10’da verilmiştir. Bu noktada döşenecek donatı için topraktan arındırılmış düz ve temiz bir yüzey elde etmek adına grobeton uygulaması gereklidir. Beton dökümü sonrası yüzeyin düz ve pürüzsüz olması için el ve tahta mala ile tesviye edilir. Grobeton uygulamasına ait görsel Şekil 3.11’de verilmiştir.



Şekil 3.10 Akarsu Yatağı Tesviyesi [25]



Şekil 3.11 Akarsu Yatağı Grobeton İmalatı [25]

İslah çalışmasında uygulanacak yönteme göre betonarme imalat yapılması gerekebilir. Bu durumda sistemin taşıyıcı olarak mukavemet kazanmasını sağlama amaçlı içerisine demir donatı uygulanır. Yerinde uygulanan betonarme imalatlarında, demir donatı sahada istiflenir, kesilir, bükülür ve yerine monte edilir. Donatı imalatı ile ilgili görsel Şekil 3.12’de verilmiş.



Şekil 3.12 Akarsu Islahında Donatı Uygulaması [26]

Yine uygulanan yönteme göre kalıp ve kalıp iskelesi kullanılması gerekebilir. Uygulama, belirlenen kesit ve ebatlarda ahşap veya sa malzeme kullanılarak kalıp çakılması işini kapsar. Kalıp uygulaması ile ilgili görsel Şekil 3.13’ de verilmiştir.



Şekil 3.13 Akarsu Islahında Kalıp Uygulaması [26]

Kalıp imalatından sonra beton dökümü, perdahlama ve kr işlemlerinden sonra akarsu ıslahı imalatı tamamlanmış olur.

Bu başlık altında ıslah imalatlarından bir tanesi üzerinde durulmuştur. Farklı yöntemlerde imalat adımlarıda değişecektir.

3.4. Menfez İmalatı

Yerinde imalat betonarme menfezin uygulaması bir önceki başlıkta bahsedilen akarsu ıslahı imalatından farklı değildir. Yapısı gereği yan duvarların imalatından sonra üst tabliye için kalıp iskeleleri kurulup üst tabiye donatıları yerleştirildikten sonra beton dökümü gerşekleştirilmektedir. Beton dökümünden sonra üzerinden geçecek yolun projesine göre gerekli imalatlar yapılmaktadır.

3.5. Yaklaşık Maliyet Analizi

Proje aşamasında yapılacak uygulamanın imalatına başlanmadan önce, ilgili işin kapsamındaki tüm imalatlar dikkate alınarak söz konusu işin toplam bedelinin belirlenmesine maliyet tahmini denir.

Maliyet tahmin yöntemleri, yapı cinsine, tasarımda dikkate alınan parametrelere, imalat yöntemlerine ve imalat süresine göre geliştirilen yöntemlerdir. Maliyet tahmin yöntemleri aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

1. Yaklaşık Maliyet Tahminleri: Az bilgi kullanılarak hızlı bir şekilde maliyet tahmini yapabilmek için geliştirilen yöntemlerdir. Aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler [27]
 - a. İstatistik-Olasılık Analizleri
 - b. Benzer Projeler ile Karşılaştırma
 - c. Yapay Zekâ Teknikleri
2. Detaylı Maliyet Tahminleri: Bir projenin yapılabilmesi için gerekli olabilecek herşeyin miktarı ve maliyetleri gibi daha fazla bilgi kullanarak geliştirilen yöntemlerdir. Bu yöntemler aşağıdaki şekilde adlandırılabilir.
 - a. Birim Miktar Yöntemi
 - b. Toplam Miktar Yöntemi

Birim Miktar Yönteminde yapılacak iş istenildiği kadar birim ve faaliyete ayrılır. Her iş kaleminin (poz) toplam maliyeti seçilen ölçü birime göre hesaplanır. Daha sonra pozun maliyeti birim miktar ile çarpılarak o poza ait toplam maliyet hesaplanır. Her poz için tekrarlanan bu işlem sonucunda elde edilen toplam poz maliyetleri toplanarak toplam yapı maliyeti elde edilir. Toplam maliyet fonksiyonu Denklem 3.1 verilmiştir.

$$M = \sum m_i A_i \quad 3.1$$

Burada i , poz numarasını, m_i , birim fiyatı, A_i , birim miktarı ifade etmektedir.

Poza ait birim fiyat, poz tarifinde tanımlanan aktivitede kullanılacak malzemeleri, işçiliği, makine-teçhizat kullanımını, genel giderleri ve müteahhit karını kapsamaktadır. Birim miktar ise proje üzerinden seçilen poza ait ölçü birimine göre yapılacak işin miktarının hesaplanması sonucunda elde edilir. Daha sonra Denklem 3.1 kullanılarak toplam maliyet tahmini yapılmış olur.

Kullanılacak birim fiyat ve tarifleri ülkemizin çeşitli kurumlarınca her yıl güncellenerek yayınlanmaktadır.

3.6. Kompozit Pürüzlülük

Doğal veya imal edilen açık kanallarda suyun temas ettiği yüzeyler farklı özellikler taşıyorsa farklı pürüzlülüğe sahip olmaktadır. Bu sebeple yüzeylerinde farklı pürüzlülük değerleri olan kompozit pürüzlülüğe sahip bir kesit meydana gelmektedir.

Serbest yüzeyli uniform akımlarda akım hızının hesaplanması için kullanılan formüllerden biri olan Manning Denklemi, Denklem 3.2’de verilmiştir.

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \quad 3.2$$

Burada n, Manning pürüzlülük katsayısını, R, hidrolik çapı, J, kanal taban eğimini ifade etmektedir. Debi ise Denklem 3.3’de verilmiştir.

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}} \times A \quad 3.3$$

Burada Q, debiyi, A ise kesit alanını ifade etmektedir. Debi denklemindeki eğim (J) terimi dışındaki tüm terimler kesitin fiziksel özellikleri ile ifade edilmektedir. Bu terimleri içeren kavrama konveyans (kesit taşıma kapasitesi) denir. Konveyans (K) 3.4’de verilmiştir.

$$K = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times A \quad 3.4$$

Kompozit pürüzlülüğe sahip kanallarda yukarıda verilen denklemleri kullanabilmek için eşdeğer Manning katsayısı (n_e) hesaplanmalıdır. Literatürde eşdeğer pürüzlülüğün hesaplanabilmesi için farklı kabuller altında denklemler önerilmiştir.

Önerilen denklemler yapılan kabullere göre aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir.

- a) Ortalama Hız Varsayımı: Herhangi bir alt kesitteki ortalama hız, kanal ortalama hızına eşittir.
- b) Toplam Kuvvet Varsayımı: Her bir alt kesitteki kayma kuvvetlerinin toplamı, kanaldaki toplam kayma kuvvetine eşittir.
- c) Toplam Deşarj Varsayımı: Her bir alt kesitteki debilerin toplamı, toplam debiye eşittir.
- d) Toplam Kayma Hızı (u_*) Varsayımı: Her bir alt kesitteki kayma hızlarının ağırlıklı toplamı, kanalın toplam kayma hızına eşittir [28].

Bu çalışmada yukarıdaki varsayımlar altında geliştirilen denklemlerden birkaçı kullanılarak eşdeğer Manning katsayısı hesaplanacaktır.

Horton - Einstein Formülü

Bu denklem ortalama hız varsayımı altında Horton (1933) ve Einstein (1934) tarafından önerilmiş ve Denklem 3.5’de verilmiştir [29], [30].

$$n_e = \left(\frac{\sum_{i=1}^N P_i \times n_i^{1,5}}{P} \right)^{\frac{2}{3}} \quad 3.5$$

Burada P, ıslak çevreyi, n, pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir.

Pavloskii Formülü

Bu denklem toplam kuvvet varsayımı altında Pavlovski (1931), Muhlhofer (1933), Einstein and Banks (1950) tarafından önerilmiş ve Denklem 3.6’de verilmiştir [31]–[33].

$$n_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_i \times n_i^2}{P}} \quad 3.6$$

Burada P, ıslak çevreyi, n, pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir.

Felkel Formülü

Bu denklem toplam debi varsayımı altında Felkel (1960) tarafından önerilmiş ve Denklem 3.7’de verilmiştir [34].

$$n_e = \frac{P}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{P_i}{n_i} \right)} \quad 3.7$$

Burada P, ıslak çevreyi, n, pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir.

Yen Formülü

Bu denklem toplam kayma hızı varsayımı altında Yen (2002) tarafından önerilmiş ve Denklem 3.8’de verilmiştir [35].

$$n_e = \frac{\sum_{i=1}^N P_i n_i}{P} \quad 3.8$$

Burada P, ıslak çevreyi, n, pürüzlülük katsayısını ifade etmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Bu çalışmada, akarsu ıslahı ve menfez uygulamalarında çift duvar ve filigran döşeme tipi prefabrik elemanların kullanım alanı bulunduğu iki uygulama seçilmiştir.

Akarsu ıslahı uygulamasında dikdörtgen bir kanalın yerinde imalat alternatifi ile prefabrik elemanlar kullanılan alternatifi, menfez uygulamasında da aynı şekilde yerinde imalat ile prefabrik elemanlar kullanılan alternatifi maliyet ve hidrolik açıdan araştırılmıştır.

4.1. Yaklaşık Maliyet Analizi

Yaklaşık maliyet analizinde birim fiyat analizi yöntemi kullanılmış olup birim fiyat ve tarifleri Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığınca yayınlanan “2021 Yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları Kitabı”ndan ve ilgili kitapta prefabrik elemanlara ait pozlar olmadığı için prefabrik elemanlara ait birim fiyatlar Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan “2021 Yılı Yol, Köprü, Tünel, Bitümlü Kaplamalar, Bakım ve Trafik İşlerine Ait Birim Fiyat Listesi”nden alınmıştır.

Yapılan iki uygulamada da yaklaşık maliyet tahminleri uygulamaların iki alternatifinde de ortak olmayan pozların birim fiyatları üzerinde yapılmıştır. Ortak olan poz birim fiyatları ise bir fark oluşturmayaacağından dolayı dikkate alınmamıştır.

Yaklaşık maliyet hesaplarında kullanılan 15.180.1002 poz numaralı “Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması” poz analizi Tablo 4.1’ de, 15.180.1003 poz numaralı “Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması” poz analizi Tablo 4.2’ de, 15.150.1003 poz numaralı “Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)” poz analizi Tablo 4.3’ te, 15.150.1006 poz numaralı “Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)” poz analizi Tablo 4.4’ te, 15.160.1003 poz numaralı “Ø8 - Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması” poz analizi Tablo 4.5’ de, 15.160.1004 poz numaralı “Ø14 - Ø 28

mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması” poz analizi Tablo 4.6’ da ve KGM/16.138/K-H poz numaralı “Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)” poz analizi Tablo 4.7’ de verilmiştir.

Tablo 4.1 15.180.1002 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması				m ²
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
	Malzeme: Tahta 0,025/3 = 0,0083 Kadron 0,020/5 = 0,0040 Toplam = 0,0123 (zayıatıyla)				
10.130.4502	Çam Kerestesi (II. Sınıf)	m ³	0,0123	1.400,00	17,72
10.420.1006	Çivi	Kg	0,1	3,95	0,40
10.300.2191	Yağ bazlı kalıp ayırıcı	Kg	0,1	4,85	0,49
19.100.1091	Ahşap doğrama imalat atelyesinin 1 saatlik ücreti	Sa	0,012	483,50	5,80
	İşçilik: Yapılması ve sökülmesi				
10.100.1086	Ahşap Kalıpcı (Betonarme)	Sa	0,75	22,50	16,88
10.100.1090	Kalıp İşleri Usta Yardımcısı	Sa	0,75	16,80	12,60
10.100.1062	Düz İşçi	Sa	0,5	16,45	8,23
	Malzeme + İşçilik Tutarı				61,62
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				15,41
	1 m ² Fiyatı				77,03
Proje ve şartnamesine göre; iç yüzeyleri rendelenmiş ve yağlanmış II. sınıf çam kerestesinden düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması, sökülmesi, bu işler için gerekli tahta, mesnet, kadronlar, kuşaklar, destekler, çivi, tel, benzeri gereçler, malzeme ve zayıatı ile işçilik, iş yerinde yatay-düşey taşıma, yükleme-boşaltma, yüklenici genel giderleri ve kârı dâhil, 1 m ² fiyatı:					
Ölçü: Kalıp gören yüzler projesinden veya yerinde ölçülerek hesaplanır. Boşluk hacmi çıkarılmayan imalat deliklerinin çevre kalıpları ölçüye dâhil edilmez. Deliğin kalıp tarafındaki yüzünden delik boşluğu çıkarılmaz.					
Not:					
1) Kalıp iskelesi ayrıca ödenir.					
2) Kalıptan çıkan malzeme yükleniciye aittir.					

Tablo 4.2 15.180.1003 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması				m ²
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
10.130.4606	Malzeme: Plywood kalıp malzemesi (Film kaplı 21 mm) 1,20/30 = 0,04 m ²	m ²	0,04	90,00	3,60
10.130.4606	Plywood kalıp malzemesi (Film kaplı 21 mm)	m ²	0,004	90,00	0,36
10.300.2191	Bağlantı Malzemeleri vb. karşılığı %10 Yağ bazlı kalıp ayırıcı	Kg	0,1	4,85	0,49
10.130.4607	I kesitli ahşap kiriş (Alt ve üst başlıklar min. 40x80 mm fırınlanmış ladin, köknar vb. kereste gövde suya dayanıklı sunta veya kontraplak min. 30 mm kalınlıkta) (1,10 / 10 = 0,11 m)	m	0,11	41,50	4,57
10.420.1009	Çatal çivi	Kg	0,1	8,40	0,84
10.420.1006	Çivi	Kg	0,2	3,95	0,79
	İşçilik: Yapılması ve sökülmesi				
10.100.1088	Panel Kalıpcı (Betonarme)	Sa	1,1	22,50	24,75
10.100.1090	Kalıp İşleri Usta Yardımcısı	Sa	1,1	16,80	18,48
10.100.1062	Düz İşçi	Sa	0,75	16,45	12,34
	Malzeme + İşçilik Tutarı				66,22
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				16,56
	1 m ² Fiyatı				82,78
Proje ve şartnamesine göre; iç yüzeyi yağlanmış 21 mm kalınlığında plywood (film kaplı) suni tahtalardan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması, gerekli görülen vibrasyona dayanacak şekilde takviye edilmesi, kalıbın sökülmesi, bu işler için gerekli gerekli her türlü malzeme ve zayıyatı ile işçilik, iş yerinde yatay-düşey taşıma, yükleme-boşaltma, yüklenici genel giderleri ve kâr dâhil, 1 m² fiyatı: Ölçü: Kalıp gören yüzler projesinden veya yerinde ölçülerek hesaplanır. Boşluk hacmi çıkarılmayan imalat deliklerinin çevre kalıpları ölçüye dâhil edilmez. Deliğin kalıp tarafındaki yüzünden delik boşluğu çıkarılmaz. Not: 1) Kalıp iskelesi ayrıca ödenir. 2) Kalıptan çıkan malzeme yükleniciye aittir.					

Tablo 4.3 15.150.1003 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.150.1003	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				m ³
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
10.130.1503	Malzeme: C 16/20 beton harcı (Nakliye dahil)	m ³	1	193,00	193,00
10.130.9991	Su	m ³	0,4	9,05	3,62
	İşçilik Beton pompası ile basılması, yerine dökülmesi, sıkıştırılması ve konulması karşılığı				
19.100.1101	Mobil Beton Pompasının Bir Saatlik Ücreti (420 HP)	Sa	0,01	684,69	6,85
10.100.1015	Betoncu ustası	Sa	0,15	22,50	3,38
10.100.1062	Düz işçi	Sa	0,3	16,45	4,94
19.100.1033	Beton vibratörü	Sa	0,05	35,22	1,76
	Malzeme + İşçilik Tutarı				213,55
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				55,39
	1 m ³ Fiyatı				266,94
Beton üretimine uygun komple beton tesisinde (asgari 60m³/sa kapasiteli, dört gözlü agrega bunkerli kompresörlü ve kumanda kabini ile birlikte bilgisayar kontrollü, min. 50 ton kapasiteli çimento silosu bulunan konveyör bant sistemli, geri kazanımı ünitesi, agrega ve beton deneylerini yapabilecek kapasitede laboratuvar, jeneratör, yeterli kadar transmikser ve mobil beton pompası ile en az bir adet yükleyici, katkı tankı ve katkı tartı bunken, nem ölçer ve benzeri her türlü ekip ve ekipmana sahip periyodik kalibrasyonu yapılmış beton üretim tesisi) standardına ve projesine uygun, yıkanmış, elenmiş granülometrik kum-çakıl ve/veya kırmataş, çimento, su ve gerektiğinde katkı malzemesi ile C 16/20 sınıfında üretilen veya bu niteliklere sahip beton tesisinden satın alınan hazır beton harcının: beton kalite kontrollerinin yapılması, transmikserlere yüklenmesi, işyerine kadar nakli, döküm yerine beton pompası ile basılması, yerleştirilmesi, vibratör ile sıkıştırılması, sulanması, soğuktan, sıcaktan ve diğer dış tesirlerden korunması ve bakımının yapılması, gerekli ve yeter sayıda deney için numune alınması ve gerekli deneylerin yapılması, için gerekli her türlü işçilik, malzeme ve zayıatı, makine araç gereç ve laboratuvar giderleri, işyerindeki her türlü yatay ve düşey taşımalar, yükleme ve boşaltmalar, beton bünyesine giren granülometrik kum çakıl veya kırmataşın ve çimentonun temin edildiği, üretildiği veya satın alındığı yerden taşıtlara yüklenmesi, beton tesisine nakli, taşıtlardan boşaltılması, istifi, beton tesisine konulması, beton bünyesinde ve sulama için kullanılan suyun temini ve nakli, beton tesisi ve diğer tüm ekipmanların temini ve amortisman giderleri ile her türlü diğer giderler ve yüklenici genel giderleri ve kârı dâhil, yerinde dökülmüş ve basınç dayanımı C 16/20 olan gri renkte normal hazır betonun 1 m³ fiyatı: Ölçü: Projedeki boyutlar üzerinden hesaplanır. Not: 1) Üretilen veya satın alınan betonun üretildiği tesisin. TSE ve mevzuatının gerektirdiği diğer belgelere sahip olması ve bu belgeleri imalata başlamadan önce idareye vermesi zorunludur. İbraz edilen belgelerin uygun olduğunun tespit ve kullanılmasına müsaade edilmesi kaydıyla ancak, bu tesiste üretilen veya satın alınan ve yürürlükteki mevzuatına göre piyasa arz koşullarını da taşıyan uygunluk belgeli betonun imalatında kullanılması mümkün olacaktır. 2) Betonun satın alınarak temin edilmesi halinde, üzerinde işin adı da belirtilmiş olan faturaların birer suretinin ödeme belgelerine eklenmesi zorunludur. 3) Beton bünyesine ilave olarak konulacak katkı malzemesinin bedeli ayrıca ödenecektir. 4) Pompa kullanılmaması halinde analizden pompa bedeli düşülür.					

Tablo 4.4 15.150.1006 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				m ³
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
10.130.1505	Malzeme: C 30/37 beton harcı (Nakliye dahil)	m ³	1	205,00	213,00
10.130.9991	Su	m ³	0,4	9,05	3,62
	İşçilik Beton pompası ile basılması, yerine dökülmesi, sıkıştırılması ve konulması karşılığı				
19.100.1101	Mobil Beton Pompasının Bir Saatlik Ücreti (420 HP)	Sa	0,01	684,69	6,85
10.100.1015	Betoncu ustası	Sa	0,15	22,50	3,38
10.100.1062	Düz işçi	Sa	0,3	16,45	4,94
19.100.1033	Beton vibratörü	Sa	0,05	35,22	1,76
	Malzeme + İşçilik Tutarı				233,55
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				58,39
	1 m ³ Fiyatı				291,94
Beton üretimine uygun komple beton tesisinde (asgari 60m³/sa kapasiteli, dört gözlü agrega bunkerli kompresörlü ve kumanda kabini ile birlikte bilgisayar kontrollü, min. 50 ton kapasiteli çimento silosu bulunan konveyör bant sistemli, geri kazanımı ünitesi, agrega ve beton deneylerini yapabilecek kapasitede laboratuvar, jeneratör, yeteri kadar transmikser ve mobil beton pompası ile en az bir adet yükleyici, katkı tankı ve katkı tartı bunken, nem ölçer ve benzeri her türlü ekip ve ekipmana sahip periyodik kalibrasyonu yapılmış beton üretim tesisi) standardına ve projesine uygun, yıkanmış, elenmiş granülometrik kum-çakıl ve/veya kırmataş, çimento, su ve gerektiğinde katkı malzemesi ile C 30/37 sınıfında üretilen veya bu niteliklere sahip beton tesisinden satın alınan hazır beton harcının: beton kalite kontrollerinin yapılması, transmikserlere yüklenmesi, işyerine kadar nakli, döküm yerine beton pompası ile basılması, yerleştirilmesi, vibratör ile sıkıştırılması, sulanması, soğuktan, sıcaktan ve diğer dış tesirlerden korunması ve bakımının yapılması, gerekli ve yeter sayıda deney için numune alınması ve gerekli deneylerin yapılması, için gerekli her türlü işçilik, malzeme ve zayıyatı, makine araç. gereç ve laboratuvar giderleri, işyerindeki her türlü yatay ve düşey taşımalar, yükleme ve boşaltmalar, beton bünyesine giren granülometrik kum çakıl veya kırmataşın ve çimentonun temin edildiği, üretildiği veya satın alındığı yerden taşıtlara yüklenmesi, beton tesisine nakli, taşıtlardan boşaltılması, istifi, beton tesisine konulması, beton bünyesinde ve sulama için kullanılan suyun temini ve nakli, beton tesisi ve diğer tüm ekipmanların temini ve amortisman giderleri ile her türlü diğer giderler ve yüklenici genel giderleri ve kârı dâhil, yerinde dökülmüş ve basınç dayanımı C 30/37 olan gri renkte normal hazır betonun 1 m³ fiyatı: Ölçü: Projedeki boyutlar üzerinden hesaplanır. Not: 1) Üretilen veya satın alınan betonun üretildiği tesisin. TSE ve mevzuatının gerektirdiği diğer belgelere sahip olması ve bu belgeleri imalata başlamadan önce idareye vermesi zorunludur. İbraz edilen belgelerin uygun olduğunun tespit ve kullanılmasına müsaade edilmesi kaydıyla ancak, bu tesiste üretilen veya satın alınan ve yürürlükteki mevzuatına göre piyasa arz koşullarım da taşıyan uygunluk belgeli betonun imalatı kullanılması mümkün olacaktır. 2) Betonun satın alınarak temin edilmesi halinde, üzerinde işin adı da belirtilmiş olan faturaların birer suretinin ödeme belgelerine eklenmesi zorunludur. 3) Beton bünyesine ilave olarak konulacak katkı malzemesinin bedeli ayrıca ödenecektir. 4) Pompa kullanılmaması halinde analizden pompa bedeli düşülür.					

Tablo 4.5 15.160.1003 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.160.1003	Ø8 - Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması				Ton
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
10.130.1704	Malzeme: Beton çelik çubuğu nervürlü Zaiyatı ve bağlatı teli dahil	Kg	1050	4,79	5.029,50
19.100.1111	İşçilik: Demir kesme ve bükme makinası Kesilmesi, bükülmesi, yerine konulması	Sa	2	7,54	15,08
10.100.1019	Soğuk demirci ustası	Sa	10	22,50	225,00
10.100.1047	Soğuk demirci usta yardımcısı	Sa	15	16,80	251,25
10.100.1062	Düz İşçi	Sa	15	16,45	246,75
10.100.1062	Düz İşçi (İnşaat yerindeki yükleme, boşaltma, yatay ve düşey taşıma)	Sa	10	16,45	164,50
	Malzeme + İşçilik Tutarı				5.932,08
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				1.483,02
	1 Ton Fiyatı				7.415,10
Nervürlü beton çelik çubuğunun detay projesine göre kesilip bükülerek hazırlanması yerine konması, bağlanması için demir bağlama teli ve gerekli her türlü malzeme ve zaiyatı, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, işçilik, yüklenici genel giderleri ve kârı dâhil, 1 ton fiyatı:					
Ölçü:					
1) Betonarme proje demir donatı detaylarına göre kroşeler ile birlikte demirin boyu ölçülür.					
2) Çelik çubukların ağırlıkları aşağıdaki cetvelden alınır.					
3) Projede gösterilmeyen çelik çubuklar ve ekler hesaba katılmaz.					
4) Cetveldeki (m) ağırlıkları hesaba esastır. Bağlama teli çelik çubuk sıraları arasında kullanılacak çelikler ve zaiyat analizde dikkate alındığından, ayrıca ödeme yapılmaz.					
Çap (Ø) Birim Ağırlığı mm Kg/m 8 0,395 10 0,617 12 0,888					

Tablo 4.6 15.160.1004 Numaralı Poz Analizi [36]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
15.160.1004	Ø14 - Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması				Ton
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
10.130.1705	Malzeme: Beton çelik çubuğu nervürlü Zaiyatı ve bağlatı teli dahil	Kg	1070	4,79	5.125,30
19.100.1111	İşçilik: Demir kesme ve bükme makinası Kesilmesi, bükülmesi, yerine konulması	Sa	2	7,54	15,08
10.100.1019	Soğuk demirci ustası	Sa	8	22,50	180,00
10.100.1047	Soğuk demirci usta yardımcısı	Sa	12	16,80	201,00
10.100.1062	Düz İşçi	Sa	12	16,45	197,40
10.100.1062	Düz İşçi (İnşaat yerindeki yükleme, boşaltma, yatay ve düşey taşıma)	Sa	10	16,45	164,50
	Malzeme + İşçilik Tutarı				5.883,28
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				1.470,82
	1 Ton Fiyatı				7.354,10
Nervürlü beton çelik çubuğunun detay projesine göre kesilip bükülerek hazırlanması yerine konması, bağlanması için demir bağlama teli ve gerekli her türlü malzeme ve zaiyatı, inşaat yerindeki yükleme, yatay ve düşey taşıma, boşaltma, işçilik, yüklenici genel giderleri ve kârı dâhil, 1 ton fiyatı: Ölçü: 1) Betonarme proje demir donatı detaylarına göre kroşeler ile birlikte demirin boyu ölçülür. 2) Çelik çubukların ağırlıkları aşağıdaki cetveldен alınır. 3) Projede gösterilmeyen çelik çubuklar ve ekler hesaba katılmaz. 4) Cetveldeki (m) ağırlıkları hesaba esastır. Bağlama teli çelik çubuk sıraları arasında kullanılacak çelikler ve zaiyat analizde dikkate alındığından, ayrıca ödeme yapılmaz. Çap (Ø) Birim Ağırlığı mm Kg/m 14 1,208 16 1,578 18 1,998 20 2,466 22 2,984 24 3,551 26 4,168 28 4,834					

Tablo 4.7 KGM/16.138/K-H Numaralı Poz Analizi [37]

Poz No	Analiz Adı				Ölçü Birimi
KGM/16.138/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)				m ³
Poz No	Tanımı	Ölçü Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı	Tutarı (TL)
KGM/21.035/K-5	Prekast elemanları için 1 m ² çelik kalıp yapılması	m ²	10	16,36	163,60
KGM/1924	Buhar jeneratörünün 1 saatlik ücreti	sa	0,24	168,73	40,50
	Kalıbın kurulması, sökülmesi, istifi, temizlenmesi, yağlanması ve kaldırılması karşılığı:				
19.100.1028	Lastik tek yükleyici 1 saat ücreti (1.5 yd3,80 dhp	sa	0,05	154,90	7,75
10.100.1063	Erbab işçi	sa	0,25	17,55	4,39
10.100.1062	Düz işçi	sa	0,5	16,45	8,23
	İmalatın yatay, düşey taşınması ve istifi karşılığı:				
19.100.1005	Elçskavator'ün (210 hp-2 1/2 yd3) 1 saatlik ücreti	sa	0,14	326,66	45,73
10.100.1062	Düz işçi	sa	0,28	16,45	4,61
	1. Bölüm Toplamı				274,79
	Fabrika ve Tesis Giderleri Karşılığı Taşıtlardan İndirilmesi %10 (BT*0,1)				27,48
10.130.1506	C 30/37 beton harcı gri renkte, normal hazır beton harçları (TS EN 206-1+A1)	sa	1	213	213,00
10.100.1015	Betoncu ustası	sa	0,18	22,5	4,05
10.100.1062	Düz işçi (inşaat işçisi)	sa	0,36	16,45	5,92
KGM 03.527	Vibratörün 1 saatlik ücreti (2,5 HO güç, 9-16 yd3/saat kapasiteli)	sa	0,06	21,31	1,28
	Taşıtlardan indirilmesi ve yerine konulması karşılığı:				
19.100.1005	Ekskavator 'ün (210 hp-2 1/2 yd3) 1 saatlik ücreti	sa	0,14	326,66	45,73
10.100.1062	Düz işçi (inşaat işçisi)	sa	0,56	16,45	9,21
10.100.1063	Erbab işçi	sa	0,28	17,55	4,91

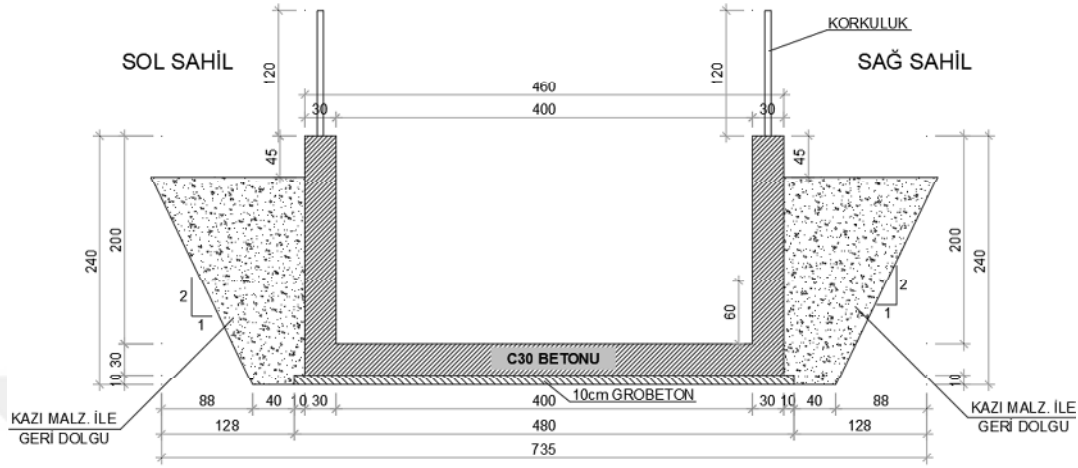
10.100.1060	Formen	sa	0,14	33	4,62
	Malzeme + İşçilik Tutarı				591,00
	% 25 Yüklenici karı ve genel giderleri				147,75
	1 m ³ Fiyatı				738,75
Tarifi: Projesine göre, KTŞ'nin ilgili kısmındaki esaslar ve şartlar dahilinde, İdarece verilecek talimata uygun olarak, C 30/37 sınıfında hazır beton harcı ile prefabrik menfez yapılması ve yerine konulması. Birim Fiyata Dahil Olan Masraflar: İdarenin onay verdiği fabrika ve/veya tesislerde prefabrik menfezlerin imali için, gerekli platform ve setlerin hazırlanması, istenilen yüzey özelliğine sahip kalıp ve kaplama malzemelerinin iş başında temini, kalıbın ve her türlü takviyenin yapılması, İdarenin onayladığı beton karışım dizayn raporu doğrultusunda hazırlanan C 30/37 sınıfında hazır betonun; iş başında temini, beton pompası ile her derinlik ve yüksekliğe taşınarak kalıp içine konulması, betonun iç ve dış vibratörle sıkıştırılması ve düzeltilmesi, betonun kürü, sertleşinceye kadar soğuktan ve sıcaktan korunması, priz müddetinin bitiminden sonra kalıp, kaplama vb. nin sökülmesi, vibratör, buhar jeneratörü vb. makinelerin temini, nakli ve işletilmesi, beton üzerinde gerekli deneylerin yapılması, inşaat alanındaki yatay, düşey taşınması ve yerine konulması ile aşağıda "Birim Fiyata Dahil Olmayan Masraflar" başlığı altında sayılanlar dışında kalan diğer bütün işlerin yapılması için gerekli olan her türlü işçilik, malzeme, makine, alet ve araç giderleri ile yüklenici karı ve genel masraflar. Birim Fiyata Dahil Olmayan Masraflar: İnşaat bünyesine giren demirin; bedeli, yüklenmesi, taşınması, boşaltılması, istifi ve işçiliği, prefabrik menfezin imal yerinden iş başına taşınması. Ölçü: Uygulama projesi boyutları üzerinden hesaplanan metreküp cinsinden hacmidir Ödeme: Birim Fiyat Teklif Cetvelinde Poz KGM/16.138/K-H daki "Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C 30/37 Hazır Beton Harcı ile)" m3 birim fiyatı üzerinden yapılır. Not: (1) Betona gömülü teçhizatın işgal ettiği hacim beton hacminden düşülmez. (2) Beton hacminden garguy tertibatından dolayı bir eksiltme yapılmaz. (3) En kesitleri 6 cm2 den küçük guse, pah, damlalık gibi girinti ve çıkıntıların hacimleri eklenmez ve çıkarılmaz.					

4.1.1. Akarsu Islahı Yaklaşık Maliyet Analizi

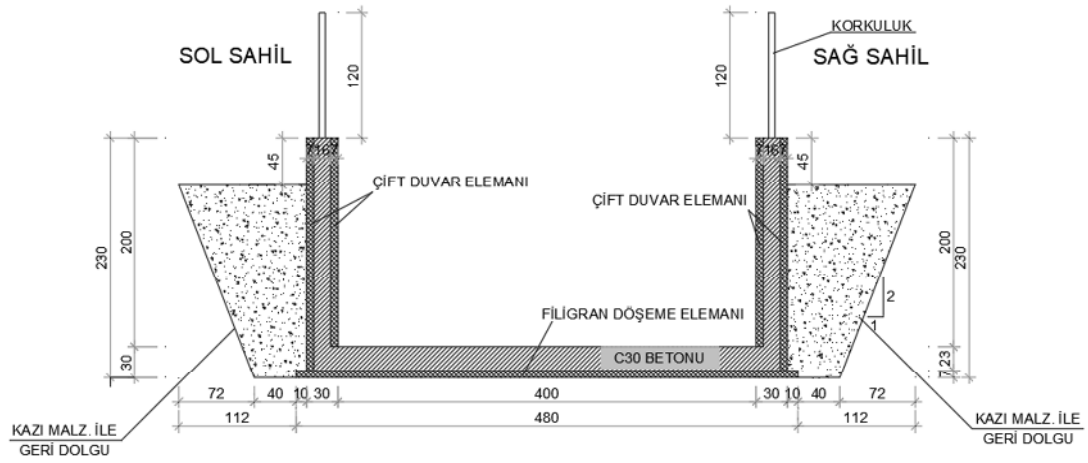
Akarsu ıslahı uygulaması olarak, ıslah projesi kapsamında inşası tamamlanan bir kuşaklama kanalı dikkate alınmıştır. Ele alınan kuşaklama kanalına ait projeden alınan kesit Şekil 4.1' de verilmiştir. Kanal dıştan dışa 4,60 m genişliğinde 2,30 m derinliğinde betonarme dikdörtgen olarak projelendirilmiştir. Kanal yan duvarları ve kanal tabanı 30 cm kalınlığında C30 sınıfı betondan imal edilmiştir.

Kanalın prefabrik elemanlar kullanılarak projelendirilmesi hali ise Şekil 4.2' de verilmiştir. Prefabrik elemanlar kullanıldığında mevcut kanalla aynı özellikleri taşıması amacıyla ölçüler değiştirilmemiş donatı oranları korunmuştur.

Bu alternatifte kanal yan duvarları prefabrik çift duvarlardan kanal tabanı ise filigran döşeme ile imal edilecektir. Çift duvarların arası ve filigran döşemenin üstü ise yerinde döküm betondan imal edilecektir.



Şekil 4.1 Açık Kanal Proje Kesiti



Şekil 4.2 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Açık Kanal Kesiti

Açık kanal kesitinin farklı üretim teknikleri kullanılarak inşa edilmesinin yaklaşık maliyete etkisi, prefabrik elemanların boyunun 3 m olarak projelendirilmesi sebebiyle, kanal kesitinin 3 m uzunluğundaki bir bölümü için yapılan hesaplar ile araştırılmıştır. Yaklaşık maliyet analizinde birim fiyat analizi yöntemi kullanılmış olup birim fiyatlar 2021 yılına aittir. Metraj hesabına her iki alternatifte farklı miktara sahip iş kalemleri olan betonarme kalıbı, grobeton, beton, betonarme demiri dâhil edilmiştir. Diğer iş kalemleri ikinci alternatif için de aynı miktarda olacağından dikkate alınmamıştır.

Akarsu ıslahı yaklaşık maliyet analizinde öncelikle belirlenen birim fiyat pozlarına göre metrajlar hesaplanmıştır. Yerinde imalat alternatifi için grobeton kalıp metrajı Tablo 4.8’de, duvar ve temel kalıp metrajı Tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.8 Poz No: 15.180.1002 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Grobeton Kalıp Metrajı

Poz No:	15.180.1002 Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması				Birimi	m ²
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Grobeton	2	3,00	0	0,10	0,60
TOPLAM						0,60

Tablo 4.9 Poz No: 15.180.1003 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Duvar ve Taban Kalıp Metrajı

Poz No:	15.180.1003 Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması				Birimi	m ²
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	2	3,00	0	0,30	1,80
2	Duvar	4	3,00	0	2,00	24,00
TOPLAM						25,80

Yerinde imalat alternatifi için grobeton metrajı Tablo 4.10’da, C 30/37 beton metrajı da Tablo 4.11’de verilmiştir.

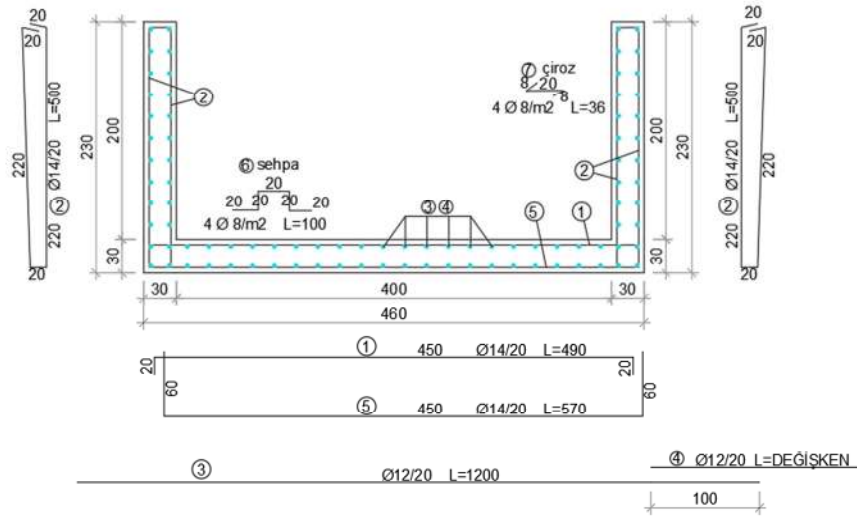
Tablo 4.10 Poz No: 15.150.1003 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Grobeton Metrajı

Poz No:	15.150.1003 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Grobeton	1	3,00	4,80	0,10	1,44
TOPLAM						1,44

Tablo 4.11 Poz No: 15.150.1006 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat C30/37 Beton
Metraji

Poz No:	15.150.1006 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	1	3,00	4,60	0,30	4,14
2	Duvar	2	3,00	0,30	2,00	3,60
TOPLAM						7,74

Yerinde imalat alternatifi donatı metraji için Şekil 4.3'te verilen donatı planı kullanılmıştır. Donatı metraji ise Tablo 4.12' de verilmiştir.



Şekil 4.3 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Donatı Planı

Tablo 4.12 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı
Yerinde İmalat Donatı Metraji

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø8	Ø12	Ø14
1	Poz 1	14	15	1	4,90			73,5
2	Poz 2	14	15	2	5,00			150
3	Poz 3 Poz 4	12	88	1	3,00		264	
4	Poz 5	14	15	1	5,70			85,5
5	Poz 6	8	48	1	1,00	48		
6	Poz 7	8	24	2	0,36	17,28		
Toplam Boy (m)						65,28	264	308
Ağırlık (kg/m)						0,395	0,888	1,208
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,026	0,234	0,373

Yerinde imalat alternatifi için 2021 yılı birim fiyatları ve metraj değerleri kullanılarak hesaplanan yaklaşık maliyet Tablo 4.13’de verilmiştir.

Tablo 4.13 Kuşaklama Kanalı Yerinde İmalat Yaklaşık Maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	0,60	77,03	46,22
2	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	25,80	82,78	2.135,72
3	15.160.1003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,26	7.415,10	1.927,93
4	15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,373	7.354,10	2.743,08
5	15.150.1003	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1,44	266,94	384,39
6	15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	7,74	291,94	2.259,62
YAKLAŞIK MALİYET						9.496,96

Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte grobeton imalatı olmadığı için ve prefabrik çift duvarın kalıp görevi görmesinden dolayı bu metrajlar hesaplanmamıştır. Bu alternatif için yerinde imalat beton metrajı Tablo 4.14’de ve prefabrik elamanlar için beton metrajı Tablo 4.15’de verilmiştir.

Tablo 4.14 Poz No: 15.180.1006 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Yerinde C 30/37 Beton Metrajı

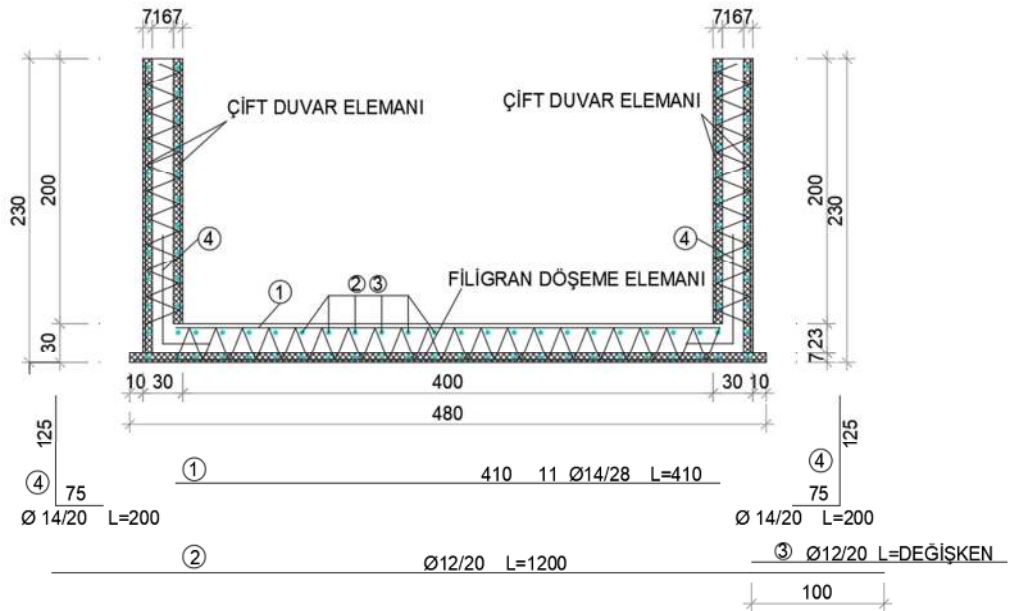
Poz No:	15.150.1006 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	1	3,00	4,46	0,23	3,08
2	Duvar	2	3,00	0,16	2,00	1,92
TOPLAM						5,00

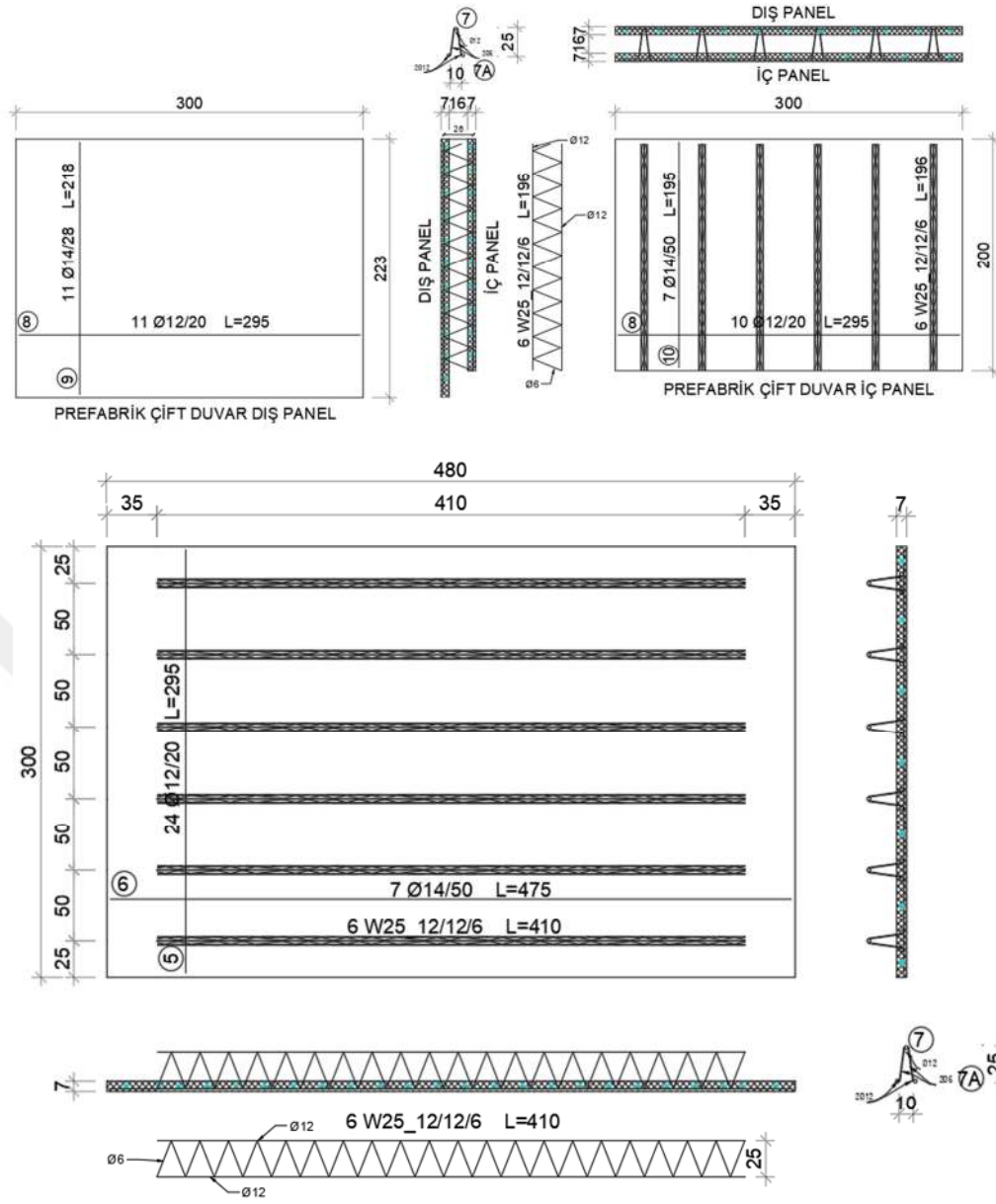
Tablo 4.15 Poz No: 15.180.1006 Kuşaklama Kanalı Prefabrik İmalat Prefabrik

Elemanlar Beton Metrajı

Poz No:	15.150.1006 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	1	3,00	4,80	0,07	1,01
2	Duvar Dış Panel	2	3,00	0,07	2,23	0,94
3	Duvar İç Panel	2	3,00	0,07	2,00	0,84
TOPLAM						2,78

Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif donatı metrajı için Şekil 4.4'te verilen donatı planı kullanılmıştır. Bu alternatife ait donatı planı yerinde imalat donatı oranları korunarak hazırlanmıştır. Yerinde imalat sırasında yerleştirilecek donatıya ait metraj Tablo 4.16'de, her prefabrik eleman için ise donatı metrajı sırasıyla Tablo 4.17, Tablo 4.18 ve Tablo 4.19'da verilmiştir.





Şekil 4.4 Prefabrik Eleman Kullanılan Kuşaklama Kanalı Donatı Planı

Tablo 4.16 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı
Prefabrik İmalat Yerinde Donatı Metraжі

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø14
1	Poz 1	14	11	1	4,10			45,10
2	Poz 2 ve Poz 3	12	22	1	3,00		66	
3	Poz 4	14	15	2	2,00			60
Toplam Boy (m)						-	66	105,10
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,208
Ağırlık Toplamı (Ton)						-	0,059	0,127

Tablo 4.17 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı

Prefabrik İmalat Filigran Döşeme Donatı Metrajı

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø14
1	Poz 5	12	24	1	2,95		70,80	
2	Poz 6	14	7	1	4,75			33,25
3	Poz 7	12	3	6	4,10		73,80	
4	Poz 7A	6	2	6	11,07	132,84		
Toplam Boy (m)						132,84	144,60	33,25
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,208
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,029	0,128	0,040

Tablo 4.18 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı

Prefabrik İmalat Çift Duvar Dış Panel Donatı Metrajı

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø14
1	Poz 8	12	11	2	2,95		64,90	
2	Poz 9	14	11	2	2,18			47,96
Toplam Boy (m)						-	64,90	47,94
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,208
Ağırlık Toplamı (Ton)						-	0,058	0,058

Tablo 4.19 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Kuşaklama Kanalı

Prefabrik İmalat Çift Duvar İç Panel Donatı Metrajı

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø14
1	Poz 5	12	10	2	2,95		59,00	
2	Poz 6	14	7	2	1,95			27,30
3	Poz 7	12	3	12	1,96		70,56	
4	Poz 7A	6	2	12	5,40	129,60		
Toplam Boy (m)						129,60	129,56	27,30
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,208
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,029	0,115	0,033

Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif için 2021 yılı birim fiyatları ve yukarıda hesaplanan metraj değerleri kullanılarak hesaplanan yaklaşık maliyeti Tablo 4.20de verilmiştir. 15.160.1003 numaralı poz Ø8 ile Ø14 arasındaki donatı çaplarını kapsamaktadır ancak Ø6 çapı kapsayan bir poz olmadığı için Ø6 donatı çapına ait hesaplar bahsedilen poza göre yapılmıştır.

Tablo 4.20 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Kuşaklama Kanalı Yaklaşık Maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	5	291,94	1.459,70
2	15.160.1003	Ø8- Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,059	7.415,10	437,49
3	15.160.1004	Ø14 Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,127	7.354,10	933,97
4	KGM/16.138/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)	m ³	2,78	598,25	1.663,14
Prefabrik Elemanlar						
5	15.160.1003	Ø8- Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,13	7.415,10	963,96
6	15.160.1004	Ø14 Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,05	7.354,10	367,71
YAKLAŞIK MALİYET						5.825,96

Her iki alternatif için yaklaşık maliyet hesapları karşılaştırma kolaylığı açısından aynı Tablo 4.21’de yan yana verilmiştir.

Tablo 4.21 Kuşaklama Kanalı Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Yerinde Üretim Alternatifi			Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Alternatif		
				Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.180.10 02	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	0,60	77,03	46,22			
2	15.180.10 03	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	25,80	82,78	2.135,72			
3	15.160.10 03	0 8-0 12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,26	7.415,10	1.927,93	0,059	7.415,10	437,49
4	15.160.10 04	0 14 - 0 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,373	7.354,10	2.743,08	0,127	7.354,10	933,97
5	15.150.10 03	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1,44	266,94	384,39			
6	15.150.10 06	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	7,74	291,94	2259,62	5	291,84	1.459,70
7	KGM/16.1 38/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)	m ³				2,78	595,25	1.663,14
8	15.160.10 03	Ø8- Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton				0,13	7.415,10	963,96
9	15.160.10 04	Ø14 Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton				0,05	7.354,10	367,71
YAKLAŞIK MALİYET						9.496,96	YAKLAŞIK MALİYET		5.825,96

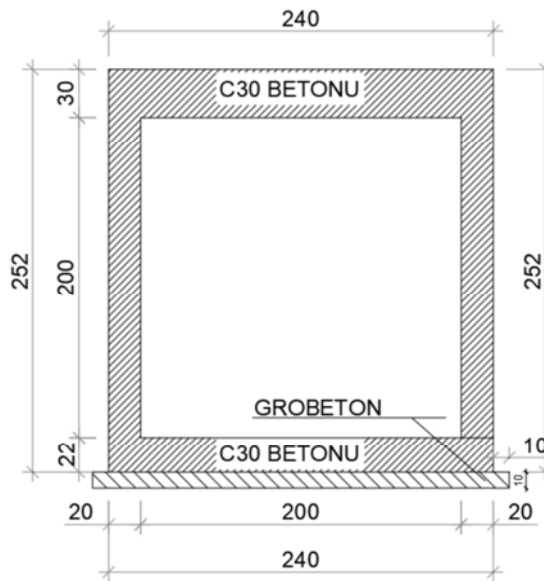
Tablo 4.21’de özetlenen sonuçlara göre kuşaklama kanalının alternatifler arasında farklı olan iş kalemleri açısından ve 3 m’lik bir bölümü için yerinde üretim alternatifinin yaklaşık maliyeti 9.496,96 TL, prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifi 5.825,96 TL’dir.

4.1.2. Menfez Yaklaşık Maliyet Analizi

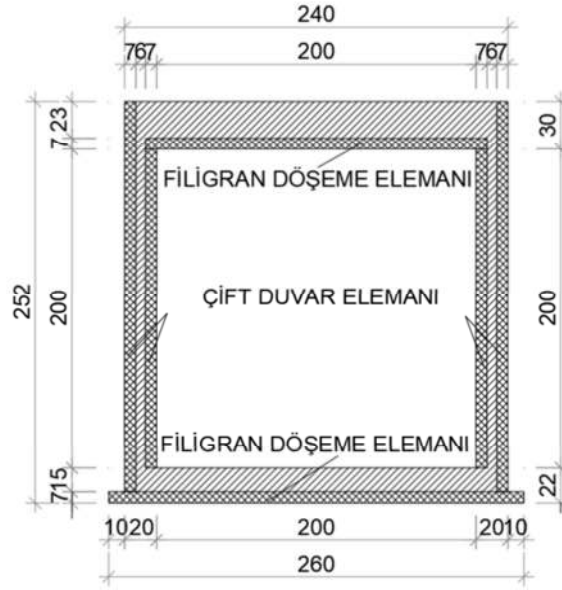
Menfez uygulaması olarak, ıslah projesi kapsamında inşası tamamlanan 2 × 2 m bir menfez dikkate alınmıştır.

Ele alınan menfeze ait kesit Şekil 4.5’ de verilmiştir. Menfez dıştan dışa 2,40 m genişliğinde 2,52 m yüksekliğinde betonarme dikdörtgen olarak projelendirilmiştir. Menfez tabanı 22 cm, tavanı 30 cm, yan duvarları ise 20 cm kalınlığında C30 sınıfı betondan imal edilmiştir.

Menfezin prefabrik elemanlar kullanılarak projelendirilmesi hali Şekil 4.6’da verilmiştir. Prefabrik elemanlar kullanıldığında mevcut menfezle aynı özellikleri taşıması amacıyla ölçüler değiştirilmemiş donatı oranları korunmuştur. Bu alternatifte menfez yan duvarları prefabrik çift duvarlardan menfez alt ve üst plağı ise filigran döşeme ile imal edilecektir. Çift duvarların arası ve filigran döşemelerin üstü ise yerinde döküm betondan imal edilecektir.



Şekil 4.5 Yerinde İmalat Menfez Proje Kesiti



Şekil 4.6 Prefabrik Elamanların Kullanıldığı Menfez Kesiti

Menfezin farklı üretim teknikleri kullanılarak inşa edilmesinin yaklaşık maliyete etkisi prefabrik elemanların boyunun 5 m olarak projelendirilmesi sebebiyle menfez kesitinin 5 m uzunluğundaki bir bölümü için yapılan hesaplar ile araştırılmıştır. Yaklaşık maliyet analizinde birim fiyat analizi yöntemi kullanılmış olup birim fiyatlar 2021 yılına aittir. Metraj hesabında her iki alternatifte farklı miktara sahip iş kalemleri olan betonarme kalıbı, grobeton, beton, betonarme demiri dâhil edilmiştir. Diğer iş kalemleri ikinci alternatif için de aynı miktarda olacağından dikkate alınmamıştır.

Menfez yaklaşık maliyet analizinde öncelikle iş kalemlerine göre belirlenen birim fiyat pozlarına göre metrajlar hesaplanmıştır. Yerinde imalat alternatifi için grobeton kalıp metrajı Tablo 4.22’de, duvar, alt ve üst plak metrajı Tablo 4.23’te verilmiştir.

Tablo 4.22 Poz No: 15.180.1002 Menfez Yerinde İmalat Grobeton Kalıp Metrajı

Poz No:	15.180.1002 Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması				Birimi	m ²
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Grobeton	2	5,00	0	0,10	1,00
TOPLAM						1,00

Tablo 4.23 Poz No: 15.180.1003 Menfez Yerinde İmalat Duvar, Taban ve Tavan Metrajı

Poz No:	15.180.1003 Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması				Birimi	m ²
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	2	5,00	0	0,22	2,20
2	Duvar İç	2	5,00	0	2,30	23,00
3	Duvar Dış	2	5,00	0	2,00	20,00
4	Tavan	1	5,00	2,00	0	10,00
TOPLAM						52,20

Yerinde imalat alternatifi için grobeton metrajı Tablo 4.24’de, beton metrajı Tablo 4.25’de verilmiştir.

Tablo 4.24 Poz No: 15.150.1003 Menfez Yerinde İmalat Grobeton Metrajı

Poz No:	15.150.1003 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m3
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Grobeton	1	5,00	2,60	0,10	1,30
TOPLAM						1,30

Tablo 4.25 Poz No: 15.150.1006 Menfez Yerinde İmalat C30/37 Beton Metrajı

Poz No:	15.150.1006 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	1	5,00	2,40	0,22	2,64
2	Duvar	2	5,00	0,20	2,00	4,00
3	Tavan	1	5,00	2,40	0,30	3,60
TOPLAM						10,24

Yerinde imalat alternatifi donatı metrajı için Şekil 4.7’te verilen donatı planı kullanılmıştır. Donatı metrajı ise Tablo 4.26’da verilmiştir

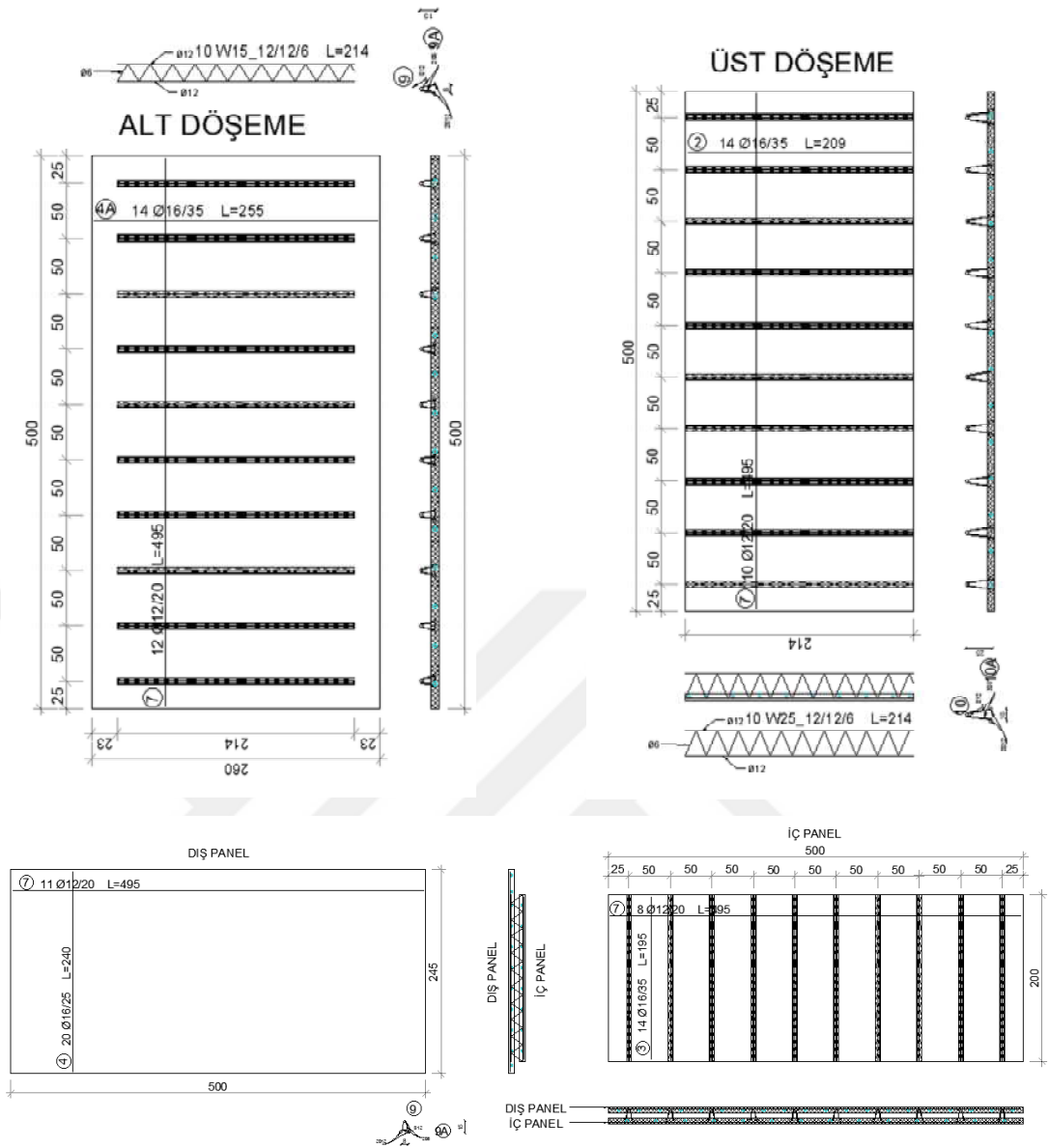
Tablo 4.27 Yerinde İmalat Menfez Yaklaşık Maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	1,00	77,03	77,03
2	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	55,20	82,78	4.569,46
3	15.160.1003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,388	7.415,10	2.877,06
4	15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,856	7.354,10	6.295,11
5	15.150.1003	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1,30	266,94	347,02
6	15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	10,24	291,94	2.989,47
YAKLAŞIK MALİYET						17.155,14

Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte grobeton imalatı olmadığı için ve prefabrik çift duvarın kalıp görevi görmesinden dolayı metrajları hesaplanmamıştır. Bu alternatif için beton metrajı Tablo 4.28’de, prefabrik elemanlar için beton metrajı Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.28 Poz No: 15.180.1006 Menfez Prefabrik İmalat Yerinde C 30/37 Beton Metrajı

Poz No:	15.150.1006 Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)				Birimi	m ³
Sıra No	Yeri	Adet	Boyutlar			Miktar
			Boy	En	Yükseklik	
1	Taban	1	5,00	2,26	0,15	1,70
2	Duvar	2	5,00	0,06	2,07	1,24
3	Tavan	1	5,00	2,26	0,23	2,60
TOPLAM						5,54



Şekil 4.8 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Menfez Donatı Planı

Tablo 4.30 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat Yerinde İmalat Donatı Metraji

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)
						Ø16
1	Poz 1	16	20	1	2,20	44,00
2	Poz 5	16	20	1	2,15	43,00
3	Poz 6	16	10	2	5,00	100,00
4	Poz 8	16	25	4	1,50	150,00
Toplam Boy (m)						337,00
Ağırlık (kg/m)						1,578
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,532

Tablo 4.31 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat**Taban Filigran Döşeme Donatı Metraji**

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø16
1	Poz 4A	16	14	1	2,55			35,70
2	Poz 7	12	12	1	4,95		59,40	
3	Poz 9	12	3	10	2,14		64,20	
4	Poz 9A	6	2	10	5,40	108,00		
Toplam Boy (m)						108,00	123,60	35,70
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,578
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,024	0,110	0,056

Tablo 4.32 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat**Tavan Filigran Döşeme Donatı Metraji**

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø16
1	Poz 2	16	14	1	2,09			29,26
2	Poz 7	12	10	1	4,95		49,50	
3	Poz 10	12	3	10	2,14		64,20	
4	Poz 10A	6	2	10	5,94	118,80		
Toplam Boy (m)						118,80	113,70	29,26
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,578
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,026	0,101	0,046

Tablo 4.33 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat**Duvar Dış Panel Donatı Metraji**

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø16
1	Poz 4	16	20	2	2,40			96,00
2	Poz 7	12	11	2	4,95		108,90	
Toplam Boy (m)						-	108,90	96,00
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,578
Ağırlık Toplamı (Ton)						-	0,097	0,151

Tablo 4.34 Poz No: 15.160.1003 ve Poz No: 15.160.1004 Menfez Prefabrik İmalat**Duvar İç Panel Donatı Metraji**

Sıra No	Açıklama	Çap	Adet	Benzer	Boy (m)	Toplam Boy (m)		
						Ø6	Ø12	Ø16
1	Poz 2	20	20	2	2,40			96,00
2	Poz 7	8	8	2	4,95		79,20	
3	Poz 9	3	3	20	2,00		120,00	
4	Poz 9A	2	2	20	3,62	144,80		
Toplam Boy (m)						144,80	199,20	96,00
Ağırlık (kg/m)						0,222	0,888	1,578
Ağırlık Toplamı (Ton)						0,032	0,177	0,151

Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif için 2021 yılı birim fiyatları ve yukarıda hesaplanan metraj değerleri kullanılarak hesaplanan yaklaşık maliyeti Tablo 4.35’de verilmiştir. 15.160.1003 numaralı poz Ø8 ile Ø14 arasındaki donatı çaplarını kapsamaktadır ancak Ø6 çapı kapsayan bir poz olmadığı için Ø6 donatı çapına ait hesaplar bahsedilen poza göre yapılmıştır.

Tablo 4.35 Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Menfez Yaklaşık Maliyeti

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	5,54	291,94	1.617,35
2	15.160.1004	Ø 14- Ø 28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,532	7.354,10	3.912,38
3	KGM/16.138/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)	m ³	4,77	598,25	2.853,65
Prefabrik Elemanlar						
5	15.160.1003	Ø8- Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,12	7.415,10	889,81
6	15.160.1004	Ø14 Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,20	7.354,10	1.470,82
YAKLAŞIK MALİYET						10.744,01

Her iki alternatif için yaklaşık maliyet hesapları karşılaştırma kolaylığı açısından aynı Tablo 4.36’da yan yana verilmiştir.

Tablo 4.36 Menfez Kanal Yaklaşık Maliyet Karşılaştırması

Sıra No	Poz No	Tanımı	Birimi	Yerinde Üretim Alternatifi			Prefabrik Elemanların Kullanıldığı Alternatif		
				Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)	Miktarı	Birim Fiyatı (₺)	Tutar (₺)
1	15.180.1002	Ahşaptan düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı yapılması	m ²	1,00	77,03	77,03			
2	15.180.1003	Plywood ile düz yüzeyli betonarme kalıbı yapılması	m ²	55,20	82,78	4.569,46			
3	15.160.1003	Ø8-Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton	0,388	7.415,10	2.877,06			
4	15.160.1004	Ø14-Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton	0,856	7.354,10	6.295,11	0,532	7.354,10	3.912,38
5	15.150.1003	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 16/20 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	1,30	266,94	347,02			
6	15.150.1006	Beton santralinde üretilen veya satın alınan ve beton pompasıyla basılan, C 30/37 basınç dayanım sınıfında, gri renkte, normal hazır beton dökülmesi (beton nakli dahil)	m ³	10,24	291,94	2.989,47	5,54	2,91	1.671,35
7	KGM/16.13 8/K-H	Prefabrik Menfez Yapılması ve Yerine Konulması (C30/37 Hazır Beton Harcı İle)	m ³				4,77	598,25	2.853,65
8	15.160.1003	Ø8- Ø12 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması	Ton				0,12	7.415,10	889,81
9	15.160.1004	Ø14 Ø28 mm nervürlü beton çelik çubuğu, çubukların kesilmesi, bükülmesi ve yerine konulması.	Ton				0,20	7.354,10	1.470,82
YAKLAŞIK MALİYET						17.155,14	YAKLAŞIK MALİYET		10.744,01

Tablo 4.36’da özetlenen sonuçlara göre menfezin alternatifler arasında farklı olan iş kalemleri açısından ve 5 m’lik bir bölümü için yerinde üretim alternatifinin yaklaşık maliyeti 17.155,14 TL, prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifi 10.744,01 TL’dir.

4.2. Hidrolik Kapasite

Akarsu ıslahı ve menfez uygulamalarında daha önce bahsedildiği gibi su ile temas eden kanal duvarları prefabrik panellerden kanal tabanı ise yerinde inşa edilmektedir. Prefabrik elemanlar fabrikasyon üretim olduğu için özel kalıplar içinde yerinde imalata göre daha pürüzsüz yüzeylere sahip olarak üretilebilmektedir. Bu sebeple yüzeylerinde farklı pürüzlülük değerleri olan kompozit pürüzlülüğe sahip bir kesit elde edilmektedir.

Farklı kanal kaplama malzemeleri için önerilen Manning pürüzlülük katsayıları Tablo 4.37’de verilmiştir.

Tablo 4.37 Manning (n) Pürüzlülük Katsayıları [38]

Kaplama Tipi	n
<u>Borular, Prefabrik ve Kaplamalı Kanallar</u>	
Metal, ahşap, plastik, prefabrik beton, asbest vb.	0,010-0,015
Beton kanal ve kanal yapıları	0,012-0,016
Pürüzlü beton kaplama	0,017-0,025
Taş	0,025-0,035
Oluklu Borular	0,023-0,025
<u>Toprak Kanallar, Düz ve Uniform</u>	
Yeni tamamlanmış temiz	0,016-0,020
Temiz, aşındıktan sonra	0,018-0,025
Kısa otlu	0,022-0,027
<u>Toprak Kanallar, Kıvrımlı</u>	
Bitkisiz	0,023-0,030
Otlu	0,025-0,033
Derin kanallarda yoğun ot veya su bitkisi	0,030-0,040
<u>Bakımsız, Otlu Kanallar</u>	
Akım derinliği kadar yoğun otlu	0,050-0,120
Temiz taban, otlu sahil	0,040-0,080

Uygulamada kullanılan dikdörtgen kesitli kuşaklama kanalının duvarları prefabrik olduğu ve kanal tabanı yerinde imalat olduğu için Manning pürüzlülük katsayısı değerleri duvarlar ve taban için Tablo 4.37’den sırasıyla 0,010 – 0,015 ve 0,012-0,016 arasında alınmıştır.

Kuşaklama kanalı bu durumda farklı pürüzlülük değerlerine sahip olduğundan eşdeğer pürüzlülük katsayısı hesaplanmalıdır. Bu amaçla daha önce bahsedilen dört yöntem ve her iki kaplama türü için önerilen Manning pürüzlülük katsayısı değerleri kullanılarak eşdeğer Manning pürüzlülük katsayıları hesaplanmıştır.

Horton-Einstein yöntemi sonuçları Tablo 4.38’de, Pavloskii yöntemi sonuçları Tablo 4.39’da, Felkel yöntemi sonuçları Tablo 4.40’ta ve Yen yöntemi sonuçları Tablo 4.41’de verilmiştir. McKay ve Fischenich tarafından yapılan çalışmanın bir parçası olarak verilen elektronik tablo uygulamasında olduğu gibi dört yöntemin sonuçlarının ortalaması alınmış ve konveyans hesaplarında kullanılmıştır [39]. Ortalama değerler Tablo 4.42’de verilmiştir.

Tablo 4.38 Horton-Einstein Yöntemi

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	0,0110	0,0115	0,0121	0,0126	0,0132
0,011	0,0115	0,0120	0,0125	0,0131	0,0136
0,012	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135	0,0141
0,013	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145
0,014	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150
0,015	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150	0,0155

Tablo 4.39 Pavloskii Yöntemi

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	0,0110	0,0116	0,0122	0,0127	0,0133
0,011	0,0115	0,0120	0,0126	0,0132	0,0137
0,012	0,0120	0,0125	0,0130	0,0136	0,0141
0,013	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140	0,0146
0,014	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150
0,015	0,0136	0,0140	0,0145	0,0150	0,0155

Tablo 4.40 Felkel Yöntemi

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	0,0109	0,0113	0,0117	0,0120	0,0123
0,011	0,0115	0,0119	0,0123	0,0127	0,0130
0,012	0,0120	0,0125	0,0129	0,0133	0,0137
0,013	0,0125	0,0130	0,0135	0,0139	0,0143
0,014	0,0129	0,0135	0,0140	0,0145	0,0149
0,015	0,0133	0,0139	0,0145	0,0150	0,0155

Tablo 4.41 Yen Yöntemi

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	0,0110	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130
0,011	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135
0,012	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140
0,013	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145
0,014	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150
0,015	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150	0,0155

Tablo 4.42 Ortalama Eşdeğer Manning Pürüzlülük Katsayıları

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	0,0110	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130
0,011	0,0115	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135
0,012	0,0120	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140
0,013	0,0125	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145
0,014	0,0130	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150
0,015	0,0135	0,0140	0,0145	0,0150	0,0155

Ortalama eşdeğer Manning pürüzlülük değerleri kullanılarak yüzey etkisini incelemek için konveyans değerleri hesaplanmış ve sonuçlar Tablo 4.43’ verilmiştir. Ayrıca kanalın tamamının beton olması durumu için konveyans değerleri hesaplanarak Tablo 4.44’te verilmiştir.

Tablo 4.43 Ortalama Eşdeğer Manning Pürüzlülük Katsayılarına Göre Konveyans Değerleri

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	727,6501	696,3989	667,8420	641,6355	617,4931
0,011	695,7345	666,9571	640,5806	616,3070	593,8869
0,012	666,6667	640,0641	615,6130	593,0530	572,1657
0,013	640,0641	615,3846	592,6434	571,6113	552,0954
0,014	615,6130	592,6434	571,4286	551,7652	533,4819
0,015	593,0530	571,6113	551,7652	533,3333	516,1626

Tablo 4.44 Yerinde İmalat Kuşaklama Kanalı Konveyans Değerleri

Pürüzlülük Katsayısı				
0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
666,6667	615,3846	571,4286	533,3333	500,0000

Prefabrik eleman kullanımının etkisini belirleyebilmek için, Tablo 4.43’te verilen konveyans değerleri, Tablo 4.44’te verilen tüm yüzeylerin yerinde imal edildiği duruma ait konveyans değerlerine bölünerek konveyans oranları hesaplanmış ve Tablo 4.45’te verilmiştir.

Tablo 4.45 İki Alternatif Konveyans Oranları

Kanal Duvarları Pürüzlülük Katsayısı	Kanal Tabanı Pürüzlülük Katsayısı				
	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016
0,010	1,0915	1,1316	1,1687	1,2031	1,2350
0,011	1,0436	1,0838	1,1210	1,1556	1,1878
0,012	1,0000	1,0401	1,0773	1,1120	1,1443
0,013	0,9601	1,0000	1,0371	1,0718	1,1042
0,014	0,9234	0,9630	1,0000	1,0346	1,0670
0,015	0,8896	0,9289	0,9656	1,0000	1,0323

Tablo 4.45 incelendiğinde kanal duvarları için en küçük pürüzlülük değeri ve tabanı için en büyük pürüzlülük değerleri dikkate alındığında kompozit kesit için ortalama eşdeğer pürüzlülük değeri $n=0,013$ olmakta ve kanalın tüm yüzeylerinin yerinde imalat beton olduğu durumda ise pürüzlülük değerinin $n=0,016$ olmaktadır. Bu değerlere göre konveyans değerinde %23,5'lik bir artış meydana gelmektedir.

Menfez uygulaması içinde benzer sonuçların elde edileceği açık olduğundan menfez uygulaması için herhangi bir hesaplama yapılmamıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Su kaynaklarının geliştirilmesi çalışmalarının amaçları sudan faydalanmak, sudan korunmak ve suyu korumaktır. Sudan korunmak yani su miktarının kontrolü amacı için birbirinden farklı yöntemler uygulanabilmektedir. Bunlardan iki tanesi akarsu yatağının kesitini ve kanal kaplama malzemesini değiştirmektir. Kanal kesitinin ve/veya kaplama malzemesinin değiştirilmesi için farklı inşaat yöntemleri uygulanabilmektedir. Bunlardan bir tanesi yerinde imalat diğeri ise prefabrik elemanların kullanılmasıdır.

Bu çalışmada prefabrik çift duvar ve filigran döşeme olarak adlandırılan prefabrik elemanların akarsu ıslahı ve menfez yapılarında kullanımının yaklaşık maliyete ve hidrolik parametrelere etkisi araştırılmıştır. Ek olarak söz konusu elemanların işçiliğe, inşaat süresine etkileri de bu başlık altında tartışılmıştır.

Akarsu ıslahı uygulaması olarak, ıslah projesi kapsamında inşası tamamlanan bir kuşaklama kanalının 3m'lik bir kısmı ve menfez uygulaması olarak yine ıslah projesi kapsamında inşası tamamlanan 2×2 m menfezin 5 m'lik bir kısmı dikkate alınmıştır. Her iki yapı için de projelerinde olduğu gibi, yerinde üretim alternatifi ve prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif için yaklaşık maliyet hesaplanarak karşılaştırılmıştır.

Yaklaşık maliyetler yerinde imalat ile prefabrik elemanların kullanıldığı haller arasında sadece farklı olan iş kalemleri için ve miktarları farklı olan pozlar üzerinden yapılmıştır. Ortak olan poz birim fiyatları ise bir fark oluşturmayaçağından dolayı dikkate alınmamıştır.

Pozlara ait birim fiyatlar ve tarifler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulu Başkanlığınca yayınlanan 2021 Yılı İnşaat ve Tesisat Birim Fiyatları kitabından ve ilgili kitapta prefabrik elemanlara ait pozlar olmadığı için prefabrik elemanlara ait birim fiyatlar Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan 2021 Yılı Yol, Köprü, Tünel, Bitümlü Kaplamalar, Bakım ve Trafik İşlerine Ait Birim Fiyat Listesinden alınmıştır.

Akarsu ıslahı yerinde imalat alternatifinde dikkate alınan pozlara göre yaklaşık maliyeti metre başına 3.165,65 TL'dir. Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte ise yaklaşık maliyet metre başına 1.941,99 TL'dir. Yaklaşık maliyet değerlerine göre prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif yaklaşık olarak %39 daha düşük maliyete sahiptir.

Bunun sebebi olarak prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte kalıp ve grobeton kullanılmaması gösterilebilir. Ancak bu kalemler içinde kalıp maliyeti diğer maliyetlere göre öne çıkmaktadır. Yerinde imalat alternatifinde kalıp yaklaşık maliyeti metre başına 727,31 TL'dir. Bu değer dikkate alınan pozlar ile hesaplanan yaklaşık maliyetin %23'ünü oluşturmaktadır.

Menfez yapısının yerinde imalat alternatifinde dikkate alınan pozlara göre yaklaşık maliyeti metre başına 3.431,03 TL'dir. Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte ise yaklaşık maliyet 2.148,80 TL'dir. Yaklaşık maliyet değerlerine göre prefabrik elemanların kullanıldığı alternatif %37 daha düşük maliyete sahiptir. Bunun sebebi kuşaklama kanalında olduğu gibi prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte kalıp ve grobeton kullanılmaması gösterilebilir. Yine bu kalemler için kalıp maliyeti diğer maliyetlere göre öne çıkmaktadır. Yerinde imalat alternatifinde kalıp yaklaşık maliyeti metre başına 929,30 TL'dir. Bu değer dikkate alınan pozlar ile hesaplanan yaklaşık maliyetin %27'sini oluşturmaktadır.

Yukarıda hesaplanan oranlar tüm inşaat maliyetinin bu oran kadar düşük olacağı anlamına gelmeyip sadece dikkate alınan pozlara göre yapılan hesabı yansıtmaktadır. Her iki uygulamada da yaklaşık maliyetler kıyaslandığında prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifler daha düşük maliyete sahiptirler. Bunun en büyük sebebi ise önerilen prefabrik elemanların kalıp maliyetini ortadan kaldırmasıdır.

Hem kuşaklama kanalında hem de menfezde yerinde imalat ile prefabrik elemanların kullanıldığı alternatiflerin hidrolik açıdan karşılaştırılmasında prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte kompozit pürüzlülüğe sahip bir kesit ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple kesitler için eşdeğer pürüzlülük değerleri farklı kabullere dayanan dört yöntemle hesaplanmıştır.

Literatürde çalışmada kullanılan malzemeler için verilen Manning pürüzlülük katsayılarının minimum ve maksimum değerleri arasında değerler kullanılarak farklı eşdeğer pürüzlülük değerleri hesaplanmıştır. Bu eşdeğer pürüzlülük değerleri ile kesitin tam dolu akması durumuna göre konveyans değerleri hesaplanmıştır. Hesaplar menfez yapısı içinde benzer olacağından sadece kuşaklama kanalı için yapılmıştır.

Çalışmada bahsedildiği gibi her iki yapıda prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte taban yüzeyi yerinde döküm beton, duvarların yüzeyi ise prefabrik elemanlardan oluşmaktadır. Buna göre, prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte taban için en yüksek, duvarlar için en düşük pürüzlülük katsayısı ve yerinde imalat alternatifi için tüm yüzeylerde en yüksek pürüzlülük değerleri dikkate alındığında konveyans değerinin prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte %23,5 daha fazla olduğu görülmektedir. Her iki yüzey tipinde de ortalama değerlerin kullanılması ile eşdeğer pürüzlük değerinin $n=0,0135$ olduğu, konveyans değerinin ise prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte %6 daha fazla olduğu görülmektedir.

Sonuç olarak prefabrik eleman yüzeyleri yerinde imalat yüzeylere göre daha pürüzsüz olacağından prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte konveyans değerleri daha büyük olacaktır. Böylece daha küçük kesitler ile istenilen debi geçirilebileceğinden prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifler maliyet açısından avantajlı durumda olacaktır.

Alternatifler, işçilik ve inşaat süresi gibi kriterler açısından karşılaştırıldığında, her iki yapının ve yerinde imalat alternatifler ile prefabrik elemanların kullanıldığı alternatiflerin inşaat başlangıç aşamaları birbirine benzerdir. Prefabrik elemanların kullanıldığı alternatiflerde elemanlar bir fabrika ortamında ve kontrollü kür şartlarında üretilmektedir. Bu şartların prefabrik elemanların üretim kalitesinin yüksek ve kür süresinin kısa olmasını sağlaması beklenmektedir.

Yerinde imalat sürecinde prefabrik elemanların grobeton ile kalıp imalatı olmamakta, bu durum grobeton için gerekli priz ve kalıp işçilik sürelerinde avantaj sağlamaktadır.

Her iki imalat türünde de yerinde imalat sürecinde demir işçiliği olmakta ancak bu oran prefabrik elemanların kullanıldığı alternatifte daha az olmaktadır. Ayrıca prefabrik elemanların fabrikada üretimi sırasında demir imalatının büyük kısmı makineler yardımı ile yapılmaktadır. Demir işçiliği süresi açısından da prefabrik elemanların avantajlı olması beklenmektedir.

Prefabrik elemanlar, fabrika ortamında üretilip istiflendiği için, belli sayıya ulaştığında sahaya sevk edilebilir. Böylece sahada işçilik için geçirilen süre daha kısa olacaktır. Hava koşulları sahada çalışma sürelerini etkileyeceğinden yağışlı mevsimlerde yapılan inşaatlarda yerinde imalat alternatiflerinin süresi uzayabilecektir. Özellikle menfez imalatında, üst döşeme kalıp görevi göreceğinden ve yerinde kalacağından dolayı kalıp alma süresinin beklenmesine gerek kalmayacaktır.

Prefabrik elemanların sahada montajları için, uygun nakliye ve montaj araçlarının ulaşımının sağlanması kaçınılmazdır. Bu nedenle ilgili iş makinalarının geçişlerine izin vermeyen dar veya dik montaj sahaları prefabrik imalata zorluk teşkil edeceğinden dezavantaj olarak görülebilir.

İş güvenliği ve işçi sağlığı koşulları açısından yerinde imalat sırasında, gerekli koşulların sağlanması hem daha maliyetli hem de kontrol edilebilirlik açısından zordur. Prefabrik elemanlar fabrika ortamında üretileceğinden iş güvenliği şartları sağlanabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Yurdusev, M.A., Su Kaynakları Mühendisliği. Celal Bayar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Manisa, 2013, 79s.
- [2] Taştekin, M.S., Sanayi Yapılarında Prefabrik Betonarme ve Çelik Konstrüksiyon Uygulamalarının Ekonomik Yönden Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2006, 140s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [3] Ata, N. Çelik ve Prefabrik Betonarme Hangar İnşaatlarının Ekonomik Karşılaştırılması. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2002, 86s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [4] Cao, X., Li, X., Zhu, Y., & Zhang, Z., A comparative study of environmental performance between prefabricated and traditional residential buildings in China. *Journal of Cleaner Production*. 2015, 109, 131–143. doi: 10.1016/J.JCLEPRO.2015.04.120.
- [5] Wasana, K.H.I., Gunatilake, S. and Fasna, M,F,F. Performance Comparison of Prefabricated Building Construction Projects vs. Traditional On-site Construction Projects. *Moratuwa Engineering Research Conference*. 2019, (pp. 169–174). doi: 10.1109/MERCON.2019.8818676.
- [6] Civelek, C. Taşkın kontrolünde tasarım debisinin ekonomik kriterlere göre belirlenmesi. Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Manisa, 2013, 154s. (Yüksek Lisans Tezi).
- [7] Uşkay, Ş. & Aksu, S. Ülkemizde Taşkınlar, Nedenleri, Zararları ve Alınması Gereken Önlemler. *Türkiye Mühendislik Haberleri*. 2002, vol. 420-421–422, no. 4-5–6, 133–136.
- [8] Serencam, U. Taşkın Zararları ve Zarar Görebilirlik Analizi: Trabzon Değirmendere Sanayi Mahallesi Örneği. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2013, 118s. (Doktora Tezi).
- [9] Özbal, R. Taşkın Koruma Projelerinde Yapısal Tedbirler. 2. Ulusal Taşkın Sempozyumu, 22-24 Mart, 2010, Afyonkarahisar
- [10] Özel, S. Karayolu Kutu Menfez Yapılarında Farklı Tasarım Yöntemlerinin Karşılaştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 2019, 79s. (Yüksek Lisans Tezi).

- [11] “Karadeniz Beton Parke Büz,” <http://karadenizbetonbuz.com/galeri>, Sep. 07, 2021.
- [12] “Finshed Box Culvert,” https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Box_Culvert.jpg, Nov. 05, 2021.
- [13] “Türk Prefabrik Birliği,” <https://www.prefab.org.tr/icerik.php?yapi-sistemleri/prefabrikasyonun-ozellikleri&tr>, Mar. 12, 2021.
- [14] “http://www.kanalet.com.tr/index.php?categoryid=12&p502_action=displayitem&item_id=32,” Dec. 15, 2020.
- [15] “https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/99040/mod_resource/content/1/TS_Y_Blm3.pdf,” Dec. 13, 2020.
- [16] Kasap, A. Kanalizasyon ve içme suyu inşaatlarında kullanılan boru tiplerine göre maliyet analizi. İller Bankası Anonim Şirketleri, Ankara, 2016, 114s. (Uzmanlık Tezi)
- [17] “Standart Boru,” <http://www.standartboru.com.tr/>, Jan. 03, 2021.
- [18] “Ete Beton,” <https://www.etebeton.com.tr>, Jun. 08, 2021.
- [19] Karayolu Tasarım El Kitabı. Karayolları Genel Müdürlüğü, Ankara, 2005, 305s.
- [20] “İbar Makina,” <https://www.ibarmakina.com/>, May 06, 2021.
- [21] “<http://capeconcrete.com/products/kerbs-channels-and-drains/>,” Oct. 03, 2021.
- [22] “<https://www.kimlun.com/kimlun-corp/precast-concrete.php>,” Oct. 03, 2021.
- [23] “İston,” <https://iston.istanbul/urun/dere-islak-eleman-yay-kesit>, Apr. 12, 2021.
- [24] “Ete Beton Teknik Katalog 1,” <https://d25tea7qfcsjlw.cloudfront.net/11036/modul/246044/304756.pdf>, Jul. 05, 2021.
- [25] “Kavacık Mahallesi’nde Sel Baskınlarına Karşı Önlem,” <http://www.aydin24haber.com/kavacik-mahallesinde-sel-baskinlarina-karsi-onlem-260642h.htm>, Sep. 06, 2021.
- [26] “Erdelli Mahallesinde dere ıslak çalışması,” <http://www.aydin24haber.com/erdelli-mahallesinde-dere-islak-calismasi-306178h.htm>, Sep. 06, 2020.
- [27] Çelik, L.Y. Türkiye’de inşaat sektöründe kullanılan ön maliyet tahmini yöntemleri. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2006, 236s. (Yüksek Lisans Tezi).

- [28] Tullis, B.P. Hydraulic Loss Coefficients for Culverts. Transportation Research Board, Washington, D.C, 2012, 58s. doi: 10.17226/22673.
- [29] Horton, R.E. Separate roughness coefficients for channel bottom and sides. Engineering News Record. 1933, 111(22) 652–653.
- [30] Einstein, H.A. Der hydraulische oder Profil-Radius. Schweizerische Bauzeitung. 1934, 103(8), 89–91.
- [31] Pavloskij, N.N. On a Design Formula for Uniform Movement in Channels with Nonhomogeneous Walls. Transactions of All-Union Scientific Research Institution of Hydraulic Engineering. 1931, 3, 157–164.
- [32] Muhlhofer. Roughness Investigations in a Shaft with Concrete Bottom and Unlined Walls. Wasserkraft und Wasserwirtschaft. 1933, 28(8), 85–88.
- [33] Einstein, H.A. & Banks, R.B. Fluid resistance of composite roughness. Eos, Transactions American Geophysical Union. 1950, 31(4), 603–610. doi: 10.1029/TR031i004p00603.
- [34] Felkel, K. Gemessene Abflüsse in Gerinnen mit Weidenbewuchs. Lage und Gestaltung der Schleusen und ihrer Zufahrten. 1960, (15), 34–54.
- [35] Yen, B.C. Open Channel Flow Resistance. Journal of Hydraulic Engineering. 2002, 128(1), 20–39. doi: 10.1061/(ASCE)0733-9429(2002)128:1(20).
- [36] T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. 2021 Yılı İnşaat Genel Fiyat Analizleri. T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Ankara, 2021, 618s.
- [37] Karayolları Genel Müdürlüğü. 2021 Yılı Yol, Köprü, Tünel, Bitümlü Kaplamalar, Bakım ve Trafik İşlerine Ait Birim Fiyat Listesi. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Ankara, 2021, 43s.
- [38] Savva A.P. & Frenken, K. Irrigation Manual Planning, Development Monitoring and Evaluation of Irrigated Agriculture with Farmer Participation. vol. II. Harare: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Sub-Regional Office for East and Southern Africa (SAFR), 2002.
- [39] Mckay S.K. and Fischenich J.C. Robust prediction of hydraulic roughness. Engineer Research and Development Center Vicksburg Ms Coastal and Hydraulics Lab. 2011 March. <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA614809>

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler :

Adı, Soyadı : Hüseyin DİNÇ
Ünvanı : İnşaat Mühendisi
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu :

Lise : Turgutlu Anadolu Lisesi, Manisa, 1998
Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi,
İnşaat Mühendisliği Bölümü, 2002
Yüksek Lisans : Manisa Celal Bayar Üniversitesi,
Fen Bilimleri Enstitüsü,
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı,
Hidrolik Bölümü, 2022