



**T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**TAŞKIN KORUMA PROJELERİNDEKİ MALİYET
BELİRSİZLİKLERİNİN YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİYLE
TAHMİNİ**

Deniz YILDIZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Rifat AKBIYIKLI**

DÜZCE, 2022

T.C.
DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
TAŞKIN KORUMA PROJELERİNDEKİ MALİYET
BELİRSİZLİKLERİNİN YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİYLE
TAHMİNİ

Deniz YILDIZ tarafından hazırlanan tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından Düzce Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Düzce Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Düzce Üniversitesi

Doç. Dr. Latif Onur UĞUR

Düzce Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KUŞAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 16/06/2022

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

16 Haziran 2022

Deniz YILDIZ

TEŐEKKÖR

Yüksek lisans öğrenimimde ve bu tezin hazırlanmasında gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli hocam Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI' ya, Dr. Öğretim Üyesi Volkan ATEŞ'e en içten dileklerimle teşekkür ederim.

Bu çalışma boyunca yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen sevgili aileme ve çalışma arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

16 Haziran 2022

Deniz YILDIZ



İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ŞEKİL LİSTESİ.....	Vi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	Vii
KISALTMALAR.....	Viii
SİMGELER	ix
ÖZET	X
ABSTRACT	Xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. TEZİN AMACI VE YÖNTEMİ	2
1.2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI.....	3
2. MATERYAL VE YÖNTEM	6
2.1. VERİ SETLERİNİN HAZIRLANMASI	6
2.1.1. Analizlerde Kullanılan Projeler ve Projelere Ait Bilgiler	6
2.1.2. Projelerin İncelenmesi	10
2.1.3. Proje Özellikleri	14
2.2. UYGULANAN YÖNTEM	26
2.2.1. Verilerin Normalizasyonu	27
2.2.2. Tahmin Modellerinin Oluşturulması	29
2.2.3. Matematiksel Modellerin Oluşturulması.....	30
2.3. OPTİMİZASYON.....	32
2.3.1. Doğadan Esinlenen Hesaplama ve Optimizasyon	32
2.3.2. Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA)	33
2.4. MATEMATİKSEL MODELLER.....	35
2.4.1. Model P1	35
2.4.2. Model P2	36
2.4.3. Model P3	37
2.4.4. Model P4	38
2.4.5. Model P5_A	39
2.4.6. Model P5_B.....	41
2.4.7. Model P6	42
2.4.8. Model P7	43
2.4.9. Model P8	44
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	45
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	50
5. KAYNAKLAR.....	51
ÖZGEÇMİŞ	56

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1.	Beton ağırlık taşkın koruma tesisi kesiti.....	11
Şekil 2.2.	Betonarme taşkın koruma tesisi kesiti.	11
Şekil 2.3.	Beton kaplamalı taşkın koruma tesisi.	12
Şekil 2.4.	Kagir duvarlı taşkın koruma tesis kesiti (Tip-1).....	13
Şekil 2.5.	Kagir duvarlı taşkın koruma tesis kesiti (Tip-2).....	13
Şekil 2.6.	Taş tahkimat kaplamalı taşkın koruma tesisi kesiti.	14
Şekil 2.7.	Analizlerdeki projelerin yaklaşık maliyet aralıklarının grafik gösterimi.	27
Şekil 2.8.	Güncel yaklaşık maliyet değeri veri setine ait normal dağılım grafiği.....	29
Şekil 2.9.	Yang’a göre çiçek tozlaşma algoritması akış şeması.	34
Şekil 2.10.	P1 tahmin modeli sonuç grafiği.....	36
Şekil 2.11.	P2 tahmin modeli sonuç grafiği.....	37
Şekil 2.12.	P3 tahmin modeli sonuç grafiği.....	38
Şekil 2.13.	P4 Tahmin modeli sonuç grafiği.	39
Şekil 2.14.	P5-A tahmin modeli sonuç grafiği.....	40
Şekil 2.15.	P5-B tahmin modeli sonuç grafiği.....	41
Şekil 2.16.	P6 tahmin modeli sonuç grafiği.....	42
Şekil 2.17.	P7 tahmin modeli sonuç grafiği.....	43
Şekil 2.18.	P8 tahmin modeli sonuç grafiği.....	44
Şekil 3.1.	Tahmin modelleri başarımlar grafiği.	47
Şekil 3.2.	Lineer model başarımlar grafiği.	48
Şekil 3.3.	Power model başarımlar grafiği.....	48
Şekil 3.4.	Üssel model başarımlar grafiği.....	48
Şekil 3.5.	Quadratik model başarımlar grafiği.....	49
Şekil 3.6.	Semi quadratik model başarımlar grafiği.....	49

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1.	4734 Sayılı Kanun Kapsamında Yıllara Göre Yapılan Kamu Alımlarında Yapım İşlerinin Dağılımı.	2
Çizelge 2.1.	Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.	6
Çizelge 2.2.	Analizlerde Kullanılan Tesisin Konumunu Gösterir Tanımlamalar.....	15
Çizelge 2.3.	Analizlerde Kullanılan Tesis Türünü Gösterir Tanımlamalar.....	15
Çizelge 2.4.	Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri....	17
Çizelge 2.5.	Örnek Bir Projeye Ait Güncel Yaklaşık Maliyetin Belirlenmesi.	21
Çizelge 2.6.	Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.....	22
Çizelge 2.7.	Analizlerdeki Projelerin Yaklaşık Maliyet Aralıkları ve Proje Sayıları...	27
Çizelge 2.8.	Çarpıklık-Basıklık Hesap Tablosu.....	28
Çizelge 2.9.	Maliyet Tahmin Modelleri Giriş Değişkenleri.	30
Çizelge 2.10.	Çiçek Tozlaşma Algoritmasının Kullanıldığı Çalışmalar.	34
Çizelge 2.11.	P1 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	36
Çizelge 2.12.	P2 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	37
Çizelge 2.13.	P3 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	38
Çizelge 2.14.	P4 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	39
Çizelge 2.15.	P5_A Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	40
Çizelge 2.16.	P5_B Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	41
Çizelge 2.17.	P6 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	42
Çizelge 2.18.	P7 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	43
Çizelge 2.19.	P8 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.	44
Çizelge 3.1.	Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması.	45

KISALTMALAR

BFY	Birim Fiyat Yöntemi
ÇTA	Çiçek Tozlaşma Algoritması
EKAP	Elektronik Kamu Alımları Protokolü
LM	Lineer Model
MAPE	Ortalama Mutlak Yüzde Hata
Max	Maksimum
Min	Minimum
PM	Power Model
PVC	Polivinil Klorür
QM	Quadraik Model
RA	Regresyon Analizi
RSM	Yanıt Yüzey Metodu
S-QM	Semi Quadratik Model
ÜM	Üssel Model
Vb.	Ve benzeri
Vs.	Vesaire
YM	Yaklaşık Maliyet
YSA	Yapay Sinir Ağı

SİMGELER

ω	Ağırlık değişkeni (matematiksel modeller için)
e	Euler sayısı (Üssel ifadeler için)
x'	Normalize edilmiş veri
x_i	Veri seti içerisindeki değeri
x_{min}	Veri seti içerisinde yer alan en küçük değer
x_{max}	Veri seti içerisinde yer alan en büyük değer



ÖZET

TAŞKIN KORUMA PROJELERİNDEKİ MALİYET BELİRSİZLİKLERİNİN YAPAY ZEKÂ TEKNİKLERİYLE TAHMİNİ

Deniz YILDIZ

Düzce Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Haziran 2022, 55 sayfa

Yapılan bu tezde; kamu sektöründe ihale edilmiş taşkın koruma projelerinin ihale öncesi yaklaşık maliyetlerinin hızlı ve doğru tahminin edilebilmesine imkan sağlayacak yapay zeka teknikleriyle gerekli matematiksel modellerin oluşturulması hedeflenmiştir.

4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında Türkiye’de 2012 ile 2018 yılları arasında ihalesi gerçekleştirilen 88 adet taşkın koruma projesi incelenerek yaklaşık maliyete etki eden tüm faktörleri tespit edilmiştir. Projelere ait hazırlanan yaklaşık maliyetlerin birbirleri ile olan ilişkileri değerlendirilerek normal dağılıma dönüştürülmüştür.

Proje girdisi yaklaşık maliyeti (bağımlı değişken) oluşturan bağımsız değişken girdileri 9 farklı matematiksel tahmin modeliyle gösterilmiştir. Bu modeller literatürde yanıt yüzey (yüzey cevap) yöntemi olarak bilinen optimizasyon tekniğinden yararlanılarak geliştirilen doğrusal (lineer), power, üssel, quadratik ve semi quadratik tahmin modelleridir.

Matematiksel denklem modelleri eğitim veri seti kullanılarak optimize edilmiştir. Optimizasyon aşamasında Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA) kullanılmıştır. Optimizasyon aşamasında veri setinin %60’ı eğitim amacıyla kullanılırken kalan % 40’lık kısmı test amacıyla kullanılmıştır.

Yapılan optimizasyon çalışmalarında başarı oranı en yüksek tahmin modelinin P8 modeli olduğu görülmüştür. P8 modelinin matematiksel optimizasyon modellerinin içerisinde ise en yüksek başarı oranı yaklaşık % 94,72 ile semi quadratik modelde yakalanmıştır.

Yapılan bu çalışma sonucunda; kamu veya özel sektör aracılığı ile yapılan özellikle taşkın koruma gibi altyapı projelerinde ihale öncesi yetersiz verilerin bulunduğu ve kısa sürede yaklaşık maliyetin tespit edilmesi gerektiği durumlarda; yapay zeka teknikleri kullanılarak yüksek doğruluk oranlarında tespit edilebileceği bulunmuştur.

Anahtar sözcükler: Taşkın koruma projesi, Yaklaşık maliyet, Yanıt yüzey yöntemi, Çiçek tozlaşma algoritması, Yapay zeka teknikleri

ABSTRACT

ESTIMATION OF APPROXIMATE COST UNCERTAINTIES IN FLOOD PROTECTION PROJECTS USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES

Deniz YILDIZ

Düzce University

Graduate Training Institute, Department of Civil Engineering

Master's Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Rıfat AKBIYIKLI

Jun 2022, 55 pages

In this thesis; It is aimed to create the necessary mathematical models with artificial intelligence techniques that will allow the pre-tender approximate costs of flood protection projects tendered by the public sector to be estimated quickly and accurately. In accordance with the Public Procurement Law No. 4734, 88 flood protection projects tendered between 2012 and 2018 in Turkey were examined and all factors affecting the approximate cost were determined. The relations of the approximate costs of the projects with each other were evaluated and converted into a normal distribution.

The independent variable inputs that make up the project input approximate cost (dependent variable) are shown with 9 different mathematical estimation models. These models are linear, power, exponential, quadratic and semi-quadratic estimation models developed by using the optimization technique known as the response surface method in the literature.

Mathematical equation models are optimized using the training data set. At the optimization stage, the Flower Pollination Algorithm was used. In the optimization phase, 60% of the data set was used for educational purposes, while the remaining 40% was used for testing purposes.

In the optimization studies, it was seen that the estimation model with the highest success rate was the P8 model. Among the mathematical optimization models of the P8 model, the highest success rate was achieved in the semi-quadratic model with approximately 94,72%.

The results of this study, made through the public or private sector, especially where insufficient data exists prior to the procurement of infrastructure projects such as flood protection, and if it is necessary to identify the approximate cost in a short time; it was found that in high accuracy by using artificial intelligence techniques could be detected.

Keywords: Flood protection project, Approximate cost, Response surface method, Flower pollination algorithm, Artificial intelligence techniques

1. GİRİŞ

Günümüzde gelişen teknoloji, artan nüfus ve değişen iklim koşulları insan yaşam alanlarını tehdit etmektedir. İklim değişikliklerinin bir etkisi de aşırı yağışlar sonucu oluşan sel, su baskınları veya diğer adıyla taşkınlardır. Taşkınların tamamen olmasa bile etkilerinin büyük oranda azaltılması için tasarlanan yapılara taşkın koruma tesisleri (yapıları) ismi verilir. Taşkın koruma tesisleri genellikle taşkının meydana gelme ihtimalinin yüksek olduğu dere, akarsu vs. havzalarında planlanarak projelendirilir.

Taşkın koruma tesislerine ait projelerde hem planlama hem de uygulama aşamasında çok sayıda belirsizlik mevcuttur. Büyük bütçeli bu projelerin herhangi bir aşamasında maliyet tahmin zorlukları nedeniyle gerçekçi bir bütçe çalışması yapılamadığından yapılacak yatırımın kar ve/veya zarar dengesinde belirsizlikler meydana gelerek yatırım yapılabilirliği etkilenmektedir. Bu belirsizlikler; uygulanan projenin tipi ve özelliklerine bağlı olduğu gibi yapımcının bilgi ve tecrübe kapasitesi, kalite hedefleri ve eksik bilgilerle hareket edilerek yapılan projenin risklerinden kaynaklanmaktadır.

Ülkemizde taşkın koruma tesisleri genel olarak, kamu yatırımları neticesinde özel sektör aracılığı ile yapılmaktadır.

Bir taşkın koruma projesi öncelikle böyle bir talebin oluşması ile doğar. Doğal afetler veya olması muhtemel afetlerin önüne geçilebilmesi maksadı ile böyle bir proje yapımı gündeme gelir. Bu tür altyapıyı ilgilendiren projelerde talebin oluşmasından sonra fizibilite (ön inceleme) çalışmasının yapılmasına geçilir eğer söz konusu proje ekonomik bulunması halinde planlama ve proje aşamalarına geçilir. Yapılan uygulama/kati projelere göre bütçe oluşturulduğu takdirde iş ihale edilerek uygulamaya konulur.

Kamuda ihale kavramı 4734 sayılı Kamu İhale Kanununda belirtildiği üzere; "...yazılı usul ve şartlarla mal veya hizmet alımları ile yapım işlerinin istekliler arasından seçilecek birisi üzerine bırakıldığını gösteren ve ihale yetkilisinin (ihale yapmaya yetkili birimin en üst amiri) onayına müteakip sözleşmenin imzalanması ile tamamlanan işlemleri..." ifade etmektedir [1].

4734 sayılı Kanun kapsamında yapılan kamu alımlarında Çizelge 1.1'de görüldüğü üzere yapım işi ihalelerinin 2012 ile 2018 yılları arasındaki kamu alımlarının en büyük miktarını yapım işleri oluşturduğu buda yapım işleri ihale çalışmalarındaki maliyet çalışmalarının önemini

göstermektedir [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8].

Çizelge 1.1. 4734 Sayılı Kanun Kapsamında Yıllara Göre Yapılan Kamu Alımlarında Yapım İşlerinin Dağılımı.

Yıllar	Yılı İçerisindeki Yapım İşi Miktarı (Adet)	Yılı İçerisindeki Yapım İşinin Oranı (%)	Yılı İçerisindeki Yapım İşinin Tutarı (1000 TL)	Yılı İçerisindeki Yapım İşinin Tutar Oranı (%)
2012	20.666	21,94	43.804.509	57,16
2013	22.473	22,93	53.082.361	59,48
2014	16.558	18,17	39.453.618	40,5
2015	19.826	21,35	53.808.006	41,96
2016	19.674	22,03	79.693.980	51,2
2017	21.369	23,93	131.045.991	62,31
2018	19.670	25,36	101.093.980	57,77

Taşkın koruma projelerinin ihaleleri fiziki ve maddi büyüklükleri de göz önüne alındığında oldukça karmaşık bir yapıdadır. İşin yatırım bütçesini oluşturan maliyet, ihale kapsamında yapılan işlerde yaklaşık maliyet olarak karşımıza çıkmaktadır. Yaklaşık maliyet kısaca bir projenin çeşitli metotlar ile hesaplanan maliyetine denmektedir.

Yaklaşık maliyetin mümkün olduğunca kesin bir doğruluk ile hesaplanabilmesi için projelere ait her türlü bilginin açık ve net olması gerekmektedir. Taşkın koruma projeleri gibi altyapı projelerinde, yaklaşık maliyeti etkileyen en önemli parametreler; projeyi oluşturan birimlere ait yeterli veriler (teknik şartnameler, projeler, temel zemin şartları vs.), yasal prosedürler (kamulaştırma, mülkiyet vs.), işin yapım yeri, süresi ve yapılacak işin türü olarak sıralanabilir.

Yapılacak yatırım miktarının hedeflenen süre içerisinde tamamlanabilmesi için Kamu idareleri veya özel sektörün yaklaşık maliyet hesaplarını mümkün olduğu kadar gerçekçi yapmaları önem arz etmektedir.

1.1. TEZİN AMACI VE YÖNTEMİ

Türkiye’de yapılan kamu ihalelerinin büyük bir kısmını yapım işi ihaleleri oluşturmaktadır.

Yapım işi ihaleleri kapsamında bulunan ve bu tez çalışmasında ele alınan taşkın koruma projelerinin yatırım bedeli ve bu bedelin belirlenmesi için yapılacak maliyet çalışmalarının hızlı ve doğru tahmin edilebilmesi için gerekli matematiksel modeller gerçekleştirilmiştir.

Bu tez çalışmasında 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında 2012 ile 2018 yılları arasında ihalesi gerçekleştirilen ve Kamu İhale Kurumuna bağlı EKAP (Elektronik Kamu Alımları Protokolü)'a kayıtlı 88 adet taşkın koruma projesi incelenmiştir.

Bu projeleri oluşturan ihale dokümanları incelenerek yaklaşık maliyeti oluşturan bütün iş kalemleri (girdi parametreleri) belirlendi. Her bir taşkın koruma projesinin yaklaşık maliyeti amaç fonksiyonu olarak düşünülecek, maliyeti oluşturan parametreler ise bağımsız değişken olarak tariflenmiştir. Verilerin incelenebilmesi üzerinde işlem yapılabilmesi amacı ile normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Yaklaşık maliyet ile maliyeti oluşturan girdi parametrelerin değerleri belli bir yıl baz alınarak fiyatları güncellenmiştir. Yapılan güncelleme sonucu yaklaşık maliyete etki eden ve belirsizlik oluşturan tüm parametreler sınıflandırılmıştır. Daha sonra 4 farklı girdi parametresi (bağımsız değişken) kullanılarak 5 farklı matematiksel model (Lineer, power, quadratik, üssel ve semi quadratik denklem modelleri) yardımı ile 9 farklı tahmin modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan tahmin modelleri eğitim veri seti ile optimize edilmiştir. Optimizasyon aşamasında yapay zeka tekniği olan Çiçek Tozlaşma Algoritması kullanılmıştır. Sonuç olarak oluşturulan matematiksel modellerin yaklaşık maliyeti başarımları oranları değerlendirilmiştir.

Yapılan bu tez çalışması ile Türkiye’de kamu veya özel sektör tarafından yapılacak taşkın koruma gibi altyapı projelerine ait yaklaşık maliyet bedellerinin kısa zaman zarfında gerçeğe yakın olarak hesaplanabilmesi için gerekli matematiksel modellerin (algoritmaların) belirlenmesi hedeflemektedir. Böylece yapılacak yatırımlarda kaynakların etkin ve verimli kullanılması sağlanmış olacak ayrıca bilimsel literatüre de katkıda bulunulacaktır.

1.2. LİTERATÜR ÇALIŞMASI

Yapım işleri için literatürde çeşitli maliyet tahmin metotları geliştirilmiş olup, bunlardan bazıları aşağıdaki gibi sıralanmıştır. Yapılan bu çalışmalarda istatistiksel metotlar ve yapay zeka teknikleri ayrı ayrı olabildiği gibi birlikte kullanımları da söz konusudur.

Tahminler, fizibilite çalışmaları, ihale aşaması, proje sırasında parasal kaynakların kötüye kullanılmasının önlenmesi vb. dahil olmak üzere farklı amaçlar için hazırlanır ve kullanılır.

1991 yılında Ardıtı ve Suh tarafından yapılan çalışmada inşaat maliyet tahminleri için uzman sistemlerin önemine atıfta bulunulmuş ve paket sistemlerin kullanımının önemi anlatılmıştır [9].

1996 yılında Erdem'in yapmış olduğu çalışmada konut projelerinde fonksiyonel elemanlara (kat alanı, yükseklik, yapım teknolojisi, oda sayısı, kat sayısı vs.) dayalı maliyet tahmin modeli geliştirmiştir [10].

1998 yılında Gülerin yapmış olduğu çalışmada çoklu regresyon analizi kullanarak 2886 numaralı Devlet İhale Kanuna uygun sonuç odaklı bir dizi simülasyon çalışması yapmıştır [11].

1998 yılında Elhag ve Boussabaine'nin yaptıkları çalışmada okul binalarının maliyet tahmini için iki model geliştirmiş ilk model için 13 etkileyen faktör kullanılırken, ikinci modelde sadece 4 belirleyici değişken sağlanmıştır. Bu modeller, sırasıyla %82.2 ve %79.3'lük genel ortalama doğruluk elde etmiştir. Böylece maliyet tahmini için Yapay sinir ağı (YSA), maliyet tahmini alanına en iyi uyan analogi tabanlı bir süreç olduğunu belirlemiştir [12].

2004 yılında Kim ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada maliyet tahmininin inşaatın ön aşamasında karar vermek için ana bilgi unsurlarından biri haline geldiği, böylece geliştirilmiş maliyet tahmin teknikleri, inşaat projelerinde zaman ve maliyetlerin daha etkin kontrolünü kolaylaştıracağı belirtilmiştir. [13].

2005 yılında Elhag ve arkadaşlarının yapmış oldukları çalışmada maliyet tahmininin asıl işlevinin, bir inşaat projesinin güvenilir bir maliyet tahminini üretmek olduğu, bununla birlikte, tahmin edilen maliyetin, bir müşterinin gereksinimlerine ve mevcut bilgi verilerine bağlı olduğu tespit edilmiştir. [14].

2005 yılında Akınbingöl ve Gültekin'in yapmış oldukları çalışmada örnek bir sanayi yapısı inşaatında yapıyı oluşturan birimler ile kaynaklara dayalı maliyet modelleri esas alınarak bir tahmin modeli geliştirilmiş ve geliştirilen modelin denenmesi sonucu elde edilen bulguları açıklamışlardır [15].

2006 yılında Lowe, Emsley ve Harding'in yaptıkları çalışmada Birleşik Krallık'ta toplanan 286 veri kümesine dayalı olarak binaların inşaat maliyetini tahmin etmek için lineer regresyon modelleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak regresyon modelinin performansı, sinir ağı modellerinden biraz daha düşük olduğu ancak aradaki farkın küçük olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca daha iyi modellerin geliştirilmesi için her iki teknikle üretilen modellerin geleneksel maliyet tahmini yöntemleriyle olumlu şekilde karşılaştırılması önerilmiştir [16].

2008 yılında Verlinden ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada özellikle erken aşamada bir maliyet tahmininin önündeki en büyük engelin mühendislik çözümlerinin bir sonucu olarak ön bilgi eksikliği ve daha büyük belirsizlikler olduğu görülmüştür. Bu nedenle, ayrıntılı bilgi eksikliğinin üstesinden gelmek için, maliyeti kabul edilebilir bir doğruluk aralığında yaklaşık olarak tahmin etmek için maliyet tahmin teknikleri kullanımının önemi vurgulanmıştır. [17].

2011 yılında Sönmez'in yaptığı çalışmada inşaat maliyetlerinin nihai tahmini için önyükleme tahmin aralıklarına sahip sinir ağları çalışılmıştır. Yapılan bu entegre yaklaşımda, sinir ağları, faktörler ve maliyetler arasındaki haritalama fonksiyonunu modellemek için kullanılmış, tahmini maliyetlere dahil edilen değişkenlik seviyesini ölçmek içinde önyükleme yöntemi kullanılmıştır. Genellikle bina projelerinin aralık tahminine uygulanan entegre sistem; Sinir ağı modellerinin genelleme yeteneklerini geliştirmek için girdi değişkenlerinin ortadan kaldırılması ve Bayesian düzenlemesi olmak üzere iki teknik kullanılmış. Sonuç olarak yapılan bu çalışmada nihai tahmin tekniğinin sinir ağları ile entegrasyonunda özellikle inşaat projelerinin erken aşamalarında yönetime çok önemli bilgiler sağladığı ve karar verme sürecini iyileştirdiği tespit edilmiştir [18].

2013 yılında Ashworth'un yaptığı çalışmada binaların inşaat tahmin modelleri için regresyon analizi kullanmanın faydaları anlatılmıştır [19].

2014 yılında El-Sawalhi ve Shehatto'nun yaptıkları çalışmada 169 bina projesi üzerinde yapılan Yapay Sinir Ağı (YSA) kullanılarak bina projelerinin erken tasarım inşaat maliyetini tahmin etmek için bir model geliştirilmiştir. Buna göre duyarlılık analizi, tipik kat alanı ve kat sayısının bina maliyetinde en etkili parametreler olduğunu göstermiştir [20].

2015 yılında Ofori-Boadu'nun yaptığı çalışmada inşaat sözleşmesi belgelerinin sınırlı olduğu veya hiç olmadığı durumlarda yüksek katlı projeler için erken maliyet tahminlerinin beş temel maliyet etkeninin (brüt taban alanı, konum, yapısal malzeme, yükseklik ve tamamlanma tarihi) olduğunu ortaya koymuştur [21].

2018 yılında Dobrucalı'nın yaptığı çalışmada 2011 ile 2016 yılları arasında Türkiye'de kamu kurumlarınca ihalesi yapılan 100 adet üstyapı projesinin YSA yardımı ile yaklaşık maliyet ve sözleşme bedelleri tahmin edilmiştir. Yapılan bu çalışmada YSA yardımı ile çok sayıda belirsizliğin bulunduğu ihale sözleşme bedellerinin gerçeğe yakın olarak tahmin edilebildiği tespit edilmiştir [22].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. VERİ SETLERİNİN HAZIRLANMASI

Tez çalışması sırasında kullanılan veri setleri 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında 2012 ile 2018 yılları arasında ihalesi gerçekleştirilen taşkın koruma projelerinden tedarik edilmiştir. Bu bölümde veri setlerinin hazırlanması için yapılan tasnifler, yaklaşık maliyetlerin oluşturulması ve ihale sonrası belirlenen sözleşme bedelleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu bölümde yıllara göre farklılık gösteren ihalelerin yaklaşık maliyetleri ile sözleşme bedelleri 31.12.2020 tarihine güncellenerek aynı yıldaki fiyatlar üzerinde çalışılmıştır.

2.1.1. Analizlerde Kullanılan Projeler ve Projelere Ait Bilgiler

Yapılan bu tez çalışmasında 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında 2012 ile 2018 yılları arasında ihalesi gerçekleştirilen ve Kamu İhale Kurumuna bağlı EKAP (Elektronik Kamu Alımları Protokolü) 'a [23] kayıtlı 88 adet taşkın koruma projesine ait veriler incelenmiştir. Söz konusu projelere ait özellikler Çizelge 2.1'de belirtilmiştir.

Çizelge 2.1. Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Kayıt Numarası
1	Düzce Kabalak Köyü Hamidiye Deresi	2014/167081
2	Kaynaşlı İlçe Merkezi Yan Dereleri	2014/174923
3	Akçakoca Orhanlı Haciz ve Sarma Dereleri	2013/114869
4	Düzce Yığılca İlçe Merkezi Ahmetçiler Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2014/162914
5	Ankara Beypazarı İlçe Merkezi İnönü Deresi Taşkın Koruma	2012/177316
6	Ankara Gölbaşı Sukesen Deresi Üst Havza Islahı	2017/448103
7	Ankara Nallıhan İlçe Merkezi Fatih Mahallesi Taşkın Koruma	2012/102802
8	Bolu Dörtdivan İlçe Merkezi Ulusu Deresi 2.Kısım ve Eğrice Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2013/109295
9	Bolu Göynük İlçe Merkezi Çaybahçe, Kemer ve Göynük Dereleri Taşkın Koruma İnşaatı	2015/154613
10	Bolu Merkez Çamyayla Köyü Seben Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2013/134455

Çizelge 2.1. (devamı) Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Kayıt Numarası
11	Bolu Mudurnu İlçe Merkezi Mudurnu Çayı Taşkın Koruma İnşaatı	2012/182210
12	Çankırı Ilgaz Aşağı Dere Köyü Dereçayı Taşkın Koruma İnşaatı	2012/173426
13	Çankırı Kurşunlu Eskiahır Köyü İncegeliş Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2013/185559
14	Çankırı Şabanözü Sanı Çayı 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	2015/60946
15	Çorum Alaca İlçesi Alacahöyük Beldesi Horanözü Deresi Taşkın Koruma	2012/166047
16	Çorum Merkez Güney Köm Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2015/66879
17	Çorum Merkez Konaklı Beldesi Taşkın Koruma İnşaatı	2012/182344
18	Çorum-Osmancık İlçe Merkezi Kuzey Yamaç Suları Taşkın Koruma	2014/108613
19	Çorum Uğurludağ Eskiçelttek Köyü Dereyar Deresi	2012/166112
20	Kars Akyaka Boyuntaş Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/43818
21	Kars Selim Başköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/47343
22	Kars Arpaçay Tomarlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/47476
23	Kars Selim Koyunyurdu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/50436
24	Ardahan Göle Karlıyazı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/72613
25	Ardahan Göle Çallıdere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/72740
26	Kars Sarıkamış Yayıklı Köyü 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	2012/88039
27	Kars Selim Gürbüzler Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2012/162602
28	Ardahan Göle Kuytuca Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/59690
29	Iğdır Merkez Suveren Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/85731
30	Ardahan Göle Kayaaltı Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	2013/83745
31	Kars Digor Varlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/83313
32	Kars Digor Şirinköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/94443
33	Kars Digor Şatıroğlu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/94447
34	Kars Arpaçay Gülyüzü Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/99309
35	Kars Sarıkamış Alisofu Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	2013/104613
36	Kars Merkez Dikme Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	2013/108147

Çizelge 2.1. (devamı) Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Kayıt Numarası
37	Kars Sarıkamış Parmakdere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	2013/126098
38	Muğla Ula Namnam Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	2015/142994
39	Aydın Köşk Koçak Deresi Yukarı Havza Islahı İnşaatı	2015/60207
40	Denizli Honaz Yokuşbaşı Kılıçdere Yukarı Havza Islahı 3kısım İnşaatı	2015/47942
41	Denizli Çürüksu Sulaması Yandereleri Yukarı Havza Islahı 2 Kısım İnşaatı	2015/47645
42	Muğla Köyceğiz Kargıcak Deresi Yukarı Havza Islahı 3 Kısım İnşaatı	2015/45201
43	Aydın Sultanhisar Malgaç Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	2015/47987
44	Aydın Merkez Tabakhane Çayı Taşkın ve Rüşubat Kontrol İnşaatı	2016/493370
45	Hatay-Altınözü İlçesi Beyaz Çay Deresi Islahı	2018/645918
46	Sakarya Serdivan İlçesi Serdivan Deresi Taşkın Koruma	2015/168228
47	Sakarya Pamukova İlçesi İsabalı Mahallesi Akseki Deresi Taşkın Koruma	2015/179839
48	Malatya Arguvan Çavuşlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma	2015/180501
49	Ordu İl Merkezinin Acısı Deresi Taşkın ve Rusubat Zararlarından Korunması İnşaatı	2015/179990
50	Kütahya Merkez Şehiriçi Dereleri 1 Kısım	2015/178756
51	Bilecik İnhisar Tozman Köyü 2 Kısım Taşkın Kontrol İnşaatı	2018/685586
52	Çanakkale-Çan Küçükpaşa Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Kontrol İnşaatı	2018/614180
53	Konya Hüyük Selki Mahallesi İkmali Taşkın Koruma İnşaatı	2018/568954
54	Tunceli Pertek Günboğazı Köyü Köy içi Deresi Taşkın Koruma	2018/288066
55	Zonguldak İli Çaycuma İlçesi Çömlekciler Köyü Soğuksu Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/699158
56	Iğdır Merkez Halfeli Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/708710
57	Mersin Erdemli İlçesi Kargıpınarı Mahallesi Kargıpınarı (Gilindires) Deresi Islahı 1 Kısım	2017/707688
58	Karabük Yenice Derebaşı Köyü Köyiçi Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/707050
59	Kars Merkez Kars Çayı Kafkas Üniversitesi Köprü Geçişi Dere Islahı	2017/705103
60	Karabük Eskipazar Köyceğiz Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/706991

Çizelge 2.1. (devamı) Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Kayıt Numarası
61	Kars Susuz Aynalı Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/688492
62	Kastamonu Daday Çayı ve Yankolları ile Yukarı Havza Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/705246
63	Zonguldak İli Ereğli İlçesi Yaraşlıyörük Köyü Kuru Dere 1,2,3 Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/637141
64	Erzincan İliç Kuruçay Dardere Mahallesi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	2017/693052
65	Erzincan Tercan Çadirkaya Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	2017/692288
66	Zonguldak İli Kozlu İlçesi Kozlu Deresi Rehabilitasyonu Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	2017/606586
67	Rize-Pazar İlçesi Solacari Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/611788
68	Muğla Köyceğiz Çayhisar Deresi	2016/595443
69	Muğla Seydikemer Kınıclar Akçay Deresi Taşkın Koruma	2016/595662
70	Bursa Orhangazi Nadır Deresi Islahı	2016/588024
71	Karabük Eskipazar Karahasanlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/557235
72	Kahramanmaraş-İl Merkezinin Domuz (Boğaz) Deresi 2 Kısım İnşaatı	2016/564837
73	Trabzon-Araklı Kalecik Köyü Zerdali Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/569521
74	Trabzon- Merkez Atasü Beldesi Galyan Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/564876
75	Trabzon Maçka İlçesi Zigana Köyü Ayeser Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/560761
76	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Mahallesi Çiçekli Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/416051
77	Trabzon-Yomra İlçesi Kaşüstü Beldesi Muratlı Deresi	2016/428843
78	Karabük Merkez Acıöz Köyü Yan Dereler Taşkın Koruma İnşaatı	2016/443804
79	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Beldesi Koyak Deresi	2016/428601
80	Zonguldak Gökçebey İlçesi Örmeci Köyü Örmeci Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/437139
81	Kastamonu Merkez Damlaçay Köyü Eğrek Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2016/524966
82	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezi Kargıcak Deresi 2 Kısım Taşkın Koruma	2014/165208
83	Muğla-Fethiye Girmeler Köyü Sarı Dere 2 Kısım İnşaatı	2014/163309
84	Muğla Fethiye Merkez Çerçi ve Üzümlü Deresi Taşkın Koruma	2014/161715

Çizelge 2.1. (devamı) Kamu Yatırımı Taşkın Koruma Projeleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Kayıt Numarası
85	Muğla Merkez Karamuğla Deresi 2. Kısım İnşaatı	2013/103770
86	Muğla Milas Gökçeler Köyü Hamzabey Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2012/198029
87	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezinin Kargıcak Deresi Taşkınlarından Korunması İnşaatı	2012/153633
88	Muğla Ula Gökçe Köyü Sığala Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	2012/125094

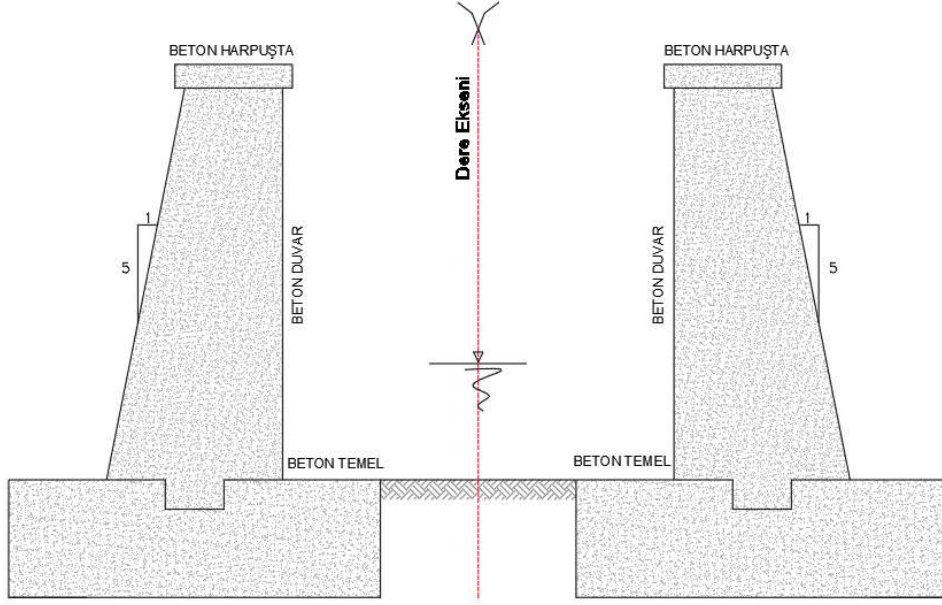
Çizelge 2.1’de görüleceği gibi Taşkın Koruma Projeleri Türkiye’nin çeşitli illerindeki akarsu veya dereler üzerinde inşa edilmiştir.

2.1.2. Projelerin İncelenmesi

Çizelge 2.1’deki projeler EKAP ta sunulan teknik şartnameler ve projeler dâhilinde incelenerek detaylı analizleri yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan taşkın koruma projeleri Türkiye’de DSİ Genel Müdürlüğünce belirlenen esaslara göre projelendirilmiş [24] ve genel itibari ile aşağıda belirtilen tiplerdedir.

2.1.2.1. Beton Ağırlık Taşkın Koruma Tesisi Kesiti

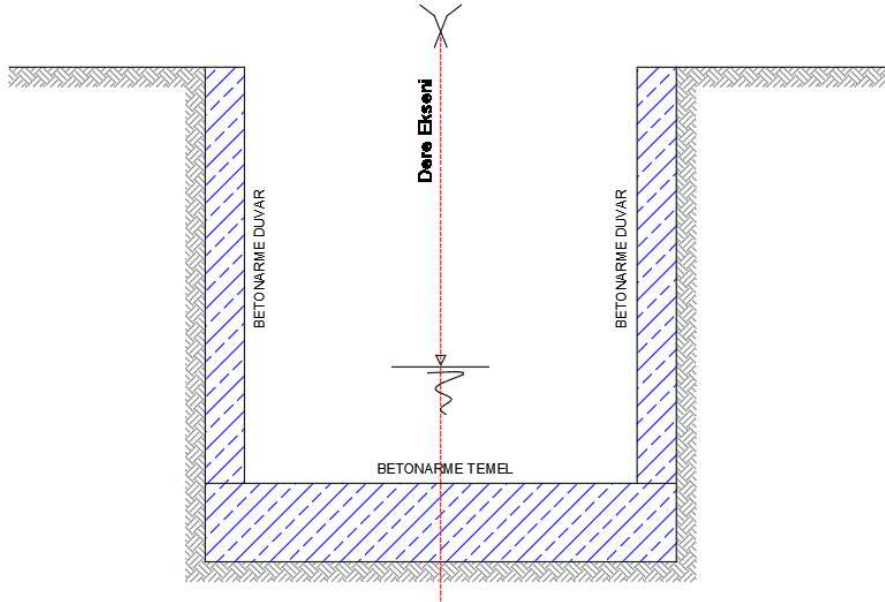
Kullanımı oldukça yaygın olan bu kesitteki taşkın koruma projeleri, taş gibi doğal yapı malzemelerinin bulunmadığı akarsu ve dere yataklarında yapılır. Beton ağırlık türünde yapılan bu tesisler yapısında demir bulunmaması sebebi ile ekonomiktirler. Dere yataklarının dar ve kamulaştırma problemi yaşanan yerleşim birimlerinde tercih edilirler. Yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılır.



Şekil 2.1. Beton ağırlık taşkın koruma tesisi kesiti.

2.1.2.2. Betonarme Taşkın Koruma Tesisi Kesiti

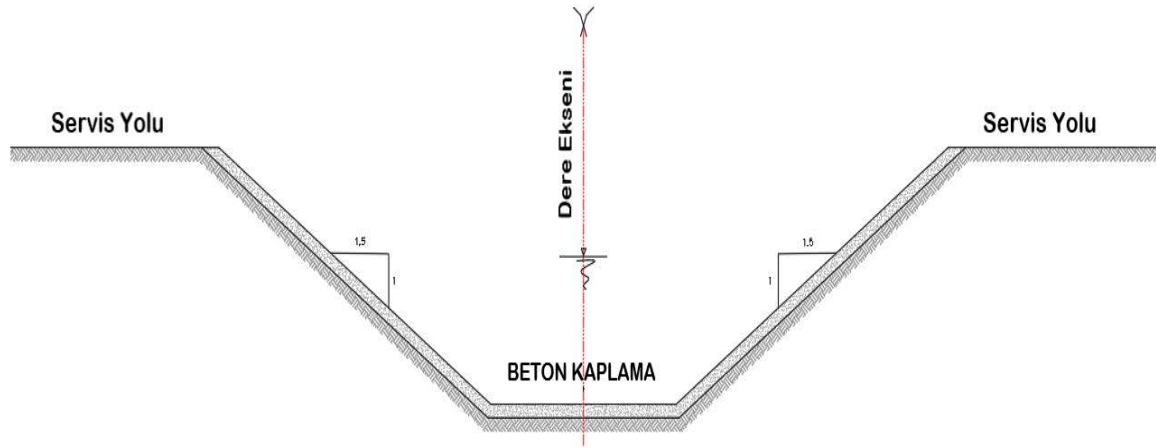
Betonarme duvarlı taşkın koruma tesisleri, beton ağırlık olarak tasarlanamayan özellikle yerleşim birimi içerisinde kullanılır. Ekonomik açıdan pahalı olan bu tesisler dere yataklarının dar ve kamulaştırma problemi yaşanan yerleşim birimlerinde tercih edilirler. Yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılır.



Şekil 2.2. Betonarme taşkın koruma tesisi kesiti.

2.1.2.3. Beton Kaplamalı Taşkın Koruma Tesisi Kesiti

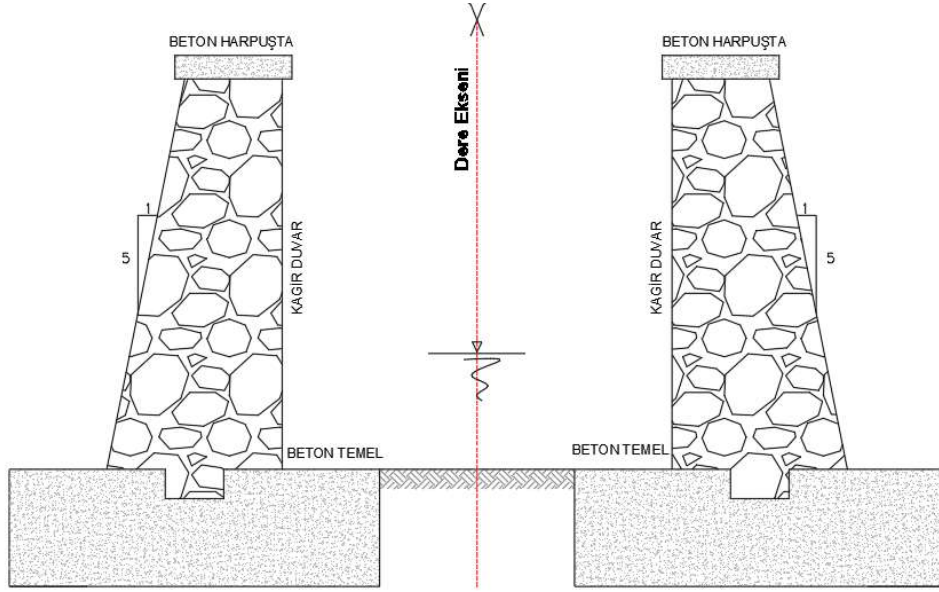
Kamulaştırma problemi yaşanmayan ve genellikle iletim sağlayan yerleşim birimi dışında tercih edilen tesislerdir. Bu türdeki taşkın koruma tesislerinde şev eğimleri sabit (1/1,5) trapez kesitli açılır. Tesisin işletilmesi ve taşkın anlarında çalışma kolaylığı açısından sağ ve sol sahillere servis yolu inşa edilir. Yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılır.



Şekil 2.3. Beton kaplamalı taşkın koruma tesisi.

2.1.2.4. Kagir Duvarlı Taşkın Koruma Tesisi Kesiti (Tip-1)

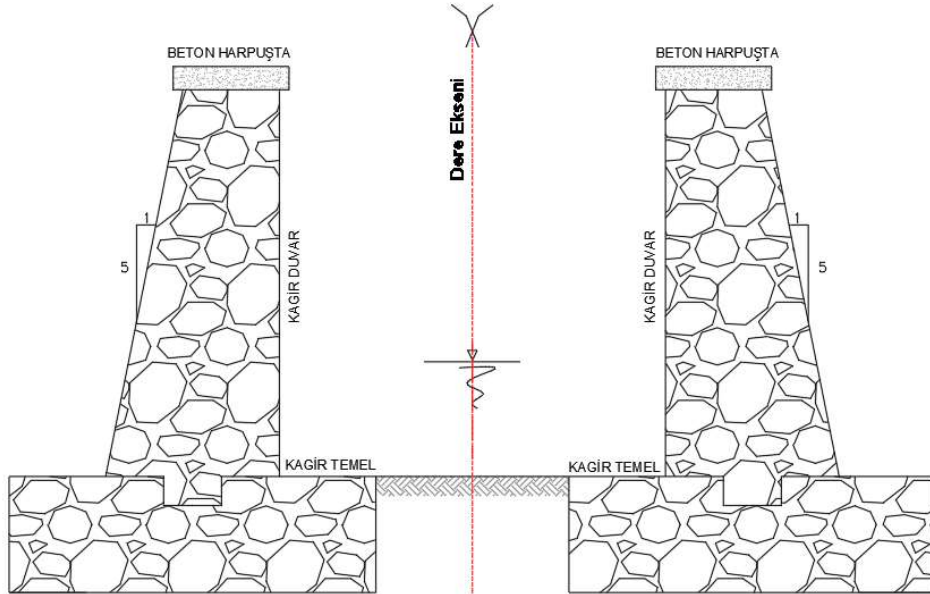
Taş kagir olarak projelendirilen en ekonomik taşkın koruma tesislerindendir. Zemin problemlerinin yoğun yaşandığı birimlerde beton temel yapılarak işlem kolaylığı ve tesisin durabilitesinin artırılması hedeflenir. Kamulaştırma problemi bulunan yerlerde tercih edilen tesislerdir. Tesis duvar üzerlerine yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılır.



Şekil 2.4. Kagir duvarlı taşkın koruma tesis kesiti (Tip-1).

2.1.2.5. Kagir Duvarlı Taşkın Koruma Tesisi Kesiti (Tip-2)

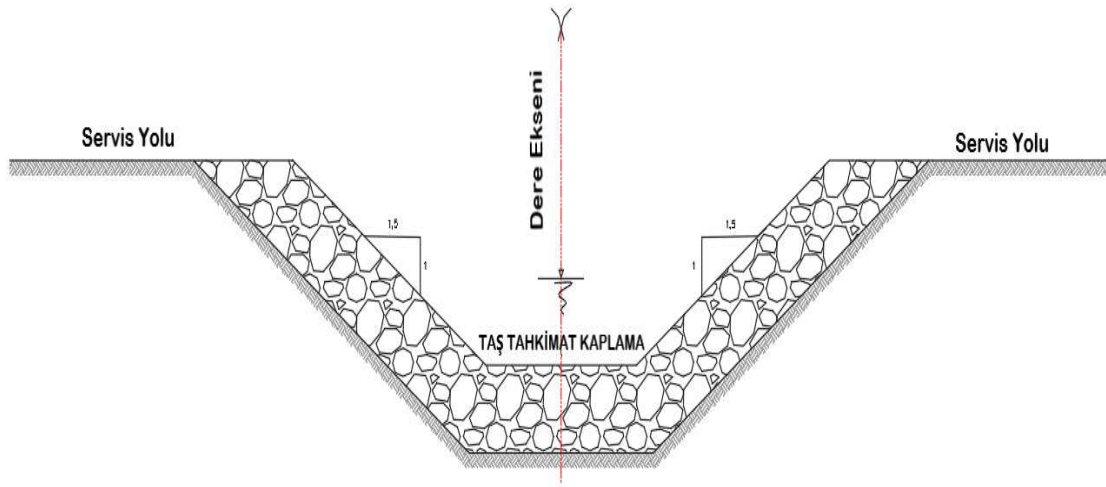
Taş kagir olarak projelendirilen en ekonomik taşkın koruma tesislerindendir. Kamulaştırma problemi bulunan yerlerde tercih edilişirler. Tesis duvar üzerlerine yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılıır.



Şekil 2.5. Kagir duvarlı taşkın koruma tesis kesiti (Tip-2).

2.1.2.6. Taş Tahkimat Kaplamalı Taşkın Koruma Tesisi Kesiti

Kamulaştırma problemi yaşanmayan ve genellikle iletim sağlayan yerleşim birimi dışında tercih edilen tesislerdir. Bu türdeki taşkın koruma tesislerinde şev eğimleri sabit (1/1,5) trapez kesitli açılır. Tesisin ekonomik olması sebebi ile taş tahkimat ile kaplanır. Tesisin işletilmesi ve taşkın anlarında çalışma kolaylığı açısından sağ ve sol sahillere servis yolu inşa edilir. Yaya ve trafik güvenlik amacı ile duvar üzerlerine çeşitli malzemelerden (demir, pvc, tel vs.) korkuluk yapılır.



Şekil 2.6. Taş tahkimat kaplamalı taşkın koruma tesisi kesiti.

2.1.3. Proje Özellikleri

Buna göre incelenen bütün projeler aşağıdaki gibi 3 kısımda incelenerek analiz edilmiştir. Bunlar; Proje Genel Özellikleri, Proje Detay Özellikleri ve Proje Yaklaşık Maliyetleri olarak aşağıda açıklanmıştır.

2.1.3.1 Proje Genel Özellikleri:

Taşkın koruma projelerinin incelenmesi sonucu Projenin adı, İhale Kayıt Numarası, İşin Süresi, Tesisin Konumu, Tesisin Türü ve Tesisin Boyu proje genel özellikleri kapsamında değerlendirilmiştir.

Proje Adı: İhalesi gerçekleştirilen projenin ihale dokümanındaki adı,

İhale Kayıt Numarası: EKAP tarafından verilen İhale Kayıt Numarasını,

İşin Süresi: Projelere ait tip sözleşmede belirtilen takvim günü olarak tespit edilen süreyi

belirtir.

Tesisin Konumu: Taşkın Koruma Projesinin bulunduğu 4 çeşit konum belirlenmiştir. Analizlerde kullanılan bu konumlar Çizelge 2.2’ de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2. Analizlerde Kullanılan Tesisin Konumunu Gösterir Tanımlamalar.

Tesisin Yeri	Analizde Kullanılan İsmi	Miktarı	Birimi
İl Merkezi	1	10	Adet
İlçe Merkezi	2	34	Adet
Belde Merkezi	3	3	Adet
Köy	4	41	Adet
Toplam:		88	Adet

Tesisin Türü: Taşkın koruma projesinin yapım türü Çizelge 2.3’ deki şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 2.3. Analizlerde Kullanılan Tesis Türünü Gösterir Tanımlamalar.

Tesisin Türü	Analizde Kullanılan İsmi	Miktarı	Birimi
Beton Ağırlık	1	6	Adet
Kagir Duvar	2	7	Adet
Betonarme	3	8	Adet
Taş Tahkimat	4	2	Adet
Karma	5	49	Adet
Islah Sekisi	6	16	Adet
Toplam:		88	Adet

Tesisin Boyu: Yapılan taşkın koruma projesinin metre cinsinden boyunu göstermektedir. Bazı projelerde yalnız münferit bir yapı bulunduğundan “0” değeri verilmiştir.

2.1.3.2. Proje Detay Özellikleri:

Taşkın koruma projelerinin incelenmesi sonucu imalat kapsamında kullanılan Donatı Faktörü, Beton Faktörü, Kalıp Faktörü, Kazı ve Dolgu Faktörü, Nakliye Faktörü, Taş İşleri Faktörü, Derz Uygulama Faktörü, Yıkım İşleri Faktörü, Pere Kaplama Faktörü, Korkuluk Yapım Faktörü, Korusu Boru Yapım Faktörü, proje detay özellikleri kapsamında değerlendirilmiştir.

Donatı Faktörü: Taşkın koruma projelerinin kapsamında betonarme imalatlarda kullanılan her türlü donatı (öngerme çeliği vs.) dahil miktarı ton olarak belirlenmiş değerini ifade etmektedir.

Beton Faktörü: Taşkın koruma projeleri kapsamında kullanılan demirli (C20/25, C25/30,

C30/37, C45/50, her dozda yapılmış demirli beton) ile demirsiz (her dozda yapılmış demirsiz beton) beton miktarlarının proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Kalıp Faktörü: Beton veya betonarme taşkın koruma projelerinde kullanılan her türlü beton kalıpları (özel kalıp, normal kalıp vs.) proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Kazı ve Dolgu Faktörü: Proje kapsamında yapılan kazı, dolgu, kazı-dolgu ve sıkıştırma işlemleri birlikte düşünülerek kazı ve dolgu imalatları olarak proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Nakliye Faktörü: Proje kapsamında yapılan her türlü nakliyeler (demir, kazı vs.) proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Taş İşleri Faktörü: Proje kapsamında yapılan istifli ve istifsiz her türlü taş tahkimat ile kagir duvar imalatlarının proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Derz Uygulama Faktörü: Proje kapsamında yapılan her türlü kagir (çimento harçlı) imalatlara ilişkin proje bazlı derz miktarlarının toplamını ifade etmektedir

Yıkım İşleri Faktörü: Proje kapsamında yapılan her türlü demirli, demirsiz beton yıkımları ile kagir (harçlı) yıkımların proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Pere Kaplama Faktörü: Proje kapsamında yapılan her kalınlıktaki çimento harçlı veya çimento harçsız taş pere kaplama imalatların proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Korkuluk Yapım Faktörü: Taşkın koruma projeleri üzerine yapılan her türlü dekoratif korkuluk, panel korkuluk, lazer kesim dekoratif korkuluk, plastik ferforje korkuluk ve oto korkuluğu gibi imalatların proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

Koruge Boru Yapım Faktörü: Taşkın koruma projelerinde drenaj amaçlı kullanılan her çaptaki koruge boru yapım imalatların proje bazlı toplamalarını ifade etmektedir.

2.1.3.3. Proje Yaklaşık Maliyeti:

Yaklaşık maliyet 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu'nda "yapım işlerinin ihalesi yapılmadan önce idarece, her türlü fiyat araştırması yapılarak katma değer vergisi hariç olmak üzere yaklaşık maliyet belirlenir ve dayanaklarıyla birlikte bir hesap cetvelinde gösterilir." [1] olarak tariflenmiştir. Kısaca yaklaşık maliyet yapımı gerçekleştirilecek bir projede belli bir kar oranı ile bedelinin tespitidir. Bu tezde taşkın koruma projelerinin yaklaşık maliyetleri ihale dokümanı ekindeki proje ve teknik şartnameler ışığında hesaplanmıştır.

Çizelge 2.4. Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Yaklaşık Maliyet
1	Düzce Kabalak Köyü Hamidiye Deresi	09.01.2015	2.948.340,12
2	Kaynaşlı İlçe Merkezi Yan Dereleri	20.01.2015	6.766.185,60
3	Akçakoca Orhanlı Haciz ve Sarma Dereleri	19.09.2013	4.498.704,65
4	Düzce Yığılca İlçe Merkezi Ahmetçiler Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	29.12.2014	1.994.995,69
5	Ankara Beypazarı İlçe Merkezi İnönü Deresi Taşkın Koruma	26.12.2012	2.037.948,05
6	Ankara Gölbaşı Sukesen Deresi Üst Havza Islahı	12.10.2017	10.351.758,14
7	Ankara Nallıhan İlçe Merkezi Fatih Mahallesi Taşkın Koruma	28.08.2012	597.625,87
8	Bolu Dörtdivan İlçe Merkezi Ulusu Deresi 2.Kısım ve Eğrice Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	10.09.2013	2.849.835,70
9	Bolu Göynük İlçe Merkezi Çaybahçe, Kemer ve Göynük Dereleri Taşkın Koruma İnşaatı	15.12.2015	4.768.222,26
10	Bolu Merkez Çamyayla Köyü Seben Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	22.10.2013	1.506.137,10
11	Bolu Mudurnu İlçe Merkezi Mudurnu Çayı Taşkın Koruma İnşaatı	28.12.2012	1.098.646,88
12	Çankırı Ilgaz Aşağı Dere Köyü Dereçayı Taşkın Koruma İnşaatı	14.12.2012	385.906,42
13	Çankırı Kurşunlu Eskişehir Köyü İncegeliş Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	09.01.2014	674.662,09
14	Çankırı Şabanözü Sanı Çayı 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	11.06.2015	799.253,11
15	Çorum Alaca İlçesi Alacahöyük Beldesi Horanözü Deresi Taşkın Koruma	04.12.2012	881.039,49
16	Çorum Merkez Güney Köm Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	02.07.2015	525.178,51
17	Çorum Merkez Konaklı Beldesi Taşkın Koruma İnşaatı	27.12.2012	452.000,02
18	Çorum-Osmancık İlçe Merkezi Kuzey Yamaç Suları Taşkın Koruma	29.09.2014	6.994.620,40
19	Çorum Uğurludağ Eskiçelttek Köyü Dereyar Deresi	06.12.2012	370.740,74
20	Kars Akyaka Boyuntaş Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	17.04.2012	129.005,79
21	Kars Selim Başköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.05.2012	387.005,17
22	Kars Arpaçay Tomarlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.05.2012	450.717,63

Çizelge 2.4. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Yaklaşık Maliyet
23	Kars Selim Koyunyurdu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	09.05.2012	97.591,91
24	Ardahan Göle Karlıyazı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	27.06.2012	980.481,81
25	Ardahan Göle Çallidere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	28.06.2012	1.077.685,27
26	Kars Sarıkamış Yayıklı Köyü 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	25.07.2012	476.601,35
27	Kars Selim Gürbüzler Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	28.11.2012	920.932,74
28	Ardahan Göle Kuytuca Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.06.2013	1.589.513,96
29	Iğdır Merkez Suveren Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	11.07.2013	63.515,80
30	Ardahan Göle Kayaaltı Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	16.07.2013	548.119,36
31	Kars Digor Varlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	23.07.2013	1.922.648,18
32	Kars Digor Şirinköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	26.07.2013	60.076,19
33	Kars Digor Şatıroğlu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	26.07.2013	84.012,11
34	Kars Arpaçay Gülyüzü Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	02.08.2013	103.526,52
35	Kars Sarıkamış Alisofu Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	20.08.2013	735.355,42
36	Kars Merkez Dikme Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	05.09.2013	985.521,48
37	Kars Sarıkamış Parmakdere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	23.10.2013	585.137,80
38	Muğla Ula Namnam Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	20.11.2015	3.822.234,21
39	Aydın Köşk Koçak Deresi Yukarı Havza Islahı İnşaatı	08.06.2015	958.410,50
40	Denizli Honaz Yokuşbaşı Kılıçdere Yukarı Havza Islahı 3kısım İnşaatı	20.05.2015	1.996.698,25
41	Denizli Çürüksu Sulaması Yandereleri Yukarı Havza Islahı 2kısım İnşaatı	18.05.2015	4.195.615,45
42	Muğla Köyceğiz Kargıcak Deresi Yukarı Havza Islahı 3 Kısım İnşaatı	14.05.2015	3.856.410,60
43	Aydın Sultanhisar Malgaç Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	12.05.2015	996.415,70
44	Aydın Merkez Tabakhane Çayı Taşkın ve Rusubat Kontrol İnşaatı	16.12.2016	968.941,28

Çizelge 2.4. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Yaklaşık Maliyet
45	Hatay-Altınözü İlçesi Beyaz Çay Deresi Islahı	24.01.2019	6.942.337,68
46	Sakarya Serdivan İlçesi Serdivan Deresi Taşkın Koruma	27.01.2016	3.377.771,25
47	Sakarya Pamukova İlçesi İsabalı Mahallesi Akseki Deresi Taşkın Koruma	20.01.2016	199.257,46
48	Malatya Arguvan Çavuşlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma	19.01.2016	367.877,33
49	Ordu İl Merkezinin Acısı Deresi Taşkın ve Rusubat Zararlarından Korunması İnşaatı	14.01.2016	701.633,81
50	Kütahya Merkez Şehiriçi Dereleri 1 Kısım	12.01.2016	558.056,35
51	Bilecik İnhisar Tozman Köyü 2 Kısım Taşkın Kontrol İnşaatı	29.01.2019	1.999.676,87
52	Çanakkale-Çan Küçükpaşa Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Kontrol İnşaatı	20.12.2018	1.586.494,33
53	Konya Hüyük Selki Mahallesi İkmal Taşkın Koruma İnşaatı	18.12.2018	649.465,70
54	Tunceli Pertek Günboğazı Köyü Köy içi Deresi Taşkın Koruma	28.06.2018	898.678,75
55	Zonguldak İli Çaycuma İlçesi Çömlekciler Köyü Soğuksu Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	21.02.2018	974.249,56
56	Iğdır Merkez Halfeli Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	21.02.2018	1.105.624,34
57	Mersin Erdemli İlçesi Kargıpınarı Mahallesi Kargıpınarı (Gilindires) Deresi Islahı 1 Kısım	20.02.2018	7.969.000,00
58	Karabük Yenice Derebaşı Köyü Köyiçi Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	20.02.2018	3.498.745,65
59	Kars Merkez Kars Çayı Kafkas Üniversitesi Köprü Geçiş Dere Islahı	15.02.2018	4.287.472,97
60	Karabük Eskipazar Köyceğiz Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	13.02.2018	993.513,63
61	Kars Susuz Aynalı Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	12.02.2018	1.940.698,57
62	Kastamonu Daday Çayı ve Yankolları ile Yukarı Havza Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	08.02.2018	1.479.747,42
63	Zonguldak İli Ereğli İlçesi Yaraşlıyörük Köyü Kuru Dere 1,2,3 Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	25.01.2018	2.476.883,00
64	Erzincan İliç Kuruçay Dardere Mahallesi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	23.01.2018	2.854.122,21

Çizelge 2.4. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Yaklaşık Maliyet
65	Erzincan Tercan Çadirkaya Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	18.01.2018	1.499.998,32
66	Zonguldak İli Kozlu İlçesi Kozlu Deresi Rehabilitasyonu Tersip Bendi ve Islah Sekisi	26.12.2017	1.408.633,40
67	Rize-Pazar İlçesi Solacari Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	20.03.2017	6.796.908,31
68	Muğla Köyceğiz Çayhisar Deresi	24.02.2017	7.499.581,60
69	Muğla Seydikemer Kınıclar Akçay Deresi Taşkın Koruma	13.02.2017	7.497.763,85
70	Bursa Orhangazi Nadır Deresi Islahı	24.01.2017	5.962.670,75
71	Karabük Eskipazar Karahasanlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	23.01.2017	4.339.395,30
72	Kahramanmaraş-İl Merkezinin Domuz (Boğaz) Deresi 2 Kısım İnşaatı	17.01.2017	4.898.748,94
73	Trabzon-Araklı Kalecik Köyü Zerdali Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	16.01.2017	2.458.984,15
74	Trabzon- Merkez Atasü Beldesi Galyan Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	13.01.2017	5.999.196,71
75	Trabzon Maçka İlçesi Zigana Köyü Ayeser Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	12.01.2017	4.495.805,62
76	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Mahallesi Çiçekli Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	14.11.2016	6.999.709,33
77	Trabzon-Yomra İlçesi Kaşüstü Beldesi Muratlı Deresi	17.11.2016	1.455.170,49
78	Karabük Merkez Acıöz Köyü Yan Dereler Taşkın Koruma İnşaatı	21.11.2016	5.496.106,75
79	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Beldesi Koyak Deresi	22.11.2016	2.498.216,71
80	Zonguldak Gökçebey İlçesi Örmeci Köyü Örmeci Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.11.2016	7.493.640,72
81	Kastamonu Merkez Damlaçay Köyü Eğrek Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	29.12.2016	1.998.783,50
82	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezi Kargıcak Deresi 2 Kısım Taşkın Koruma	30.12.2014	6.999.144,00
83	Muğla-Fethiye Girmeler Köyü Sarı Dere 2 Kısım İnşaatı	25.12.2014	2.313.618,00
84	Muğla Fethiye Merkez Çerçi ve Üzümlü Deresi Taşkın Koruma	25.12.2014	3.903.014,00
85	Muğla Merkez Karamuğla Deresi 2. Kısım İnşaatı	29.08.2013	3.790.451,39
86	Muğla Milas Gökçeler Köyü Hamzabey Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.01.2013	2.949.715,76

Çizelge 2.4. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Yaklaşık Maliyetleri.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Yaklaşık Maliyet
87	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezinin Kargıcak Deresi Taşkınlarından Korunması İnşaatı	21.11.2012	5.742.801,09
88	Muğla Ula Gökçe Köyü Sığala Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.09.2012	588.863,24

2.1.3.4. Yaklaşık Maliyetlerin Güncellenmesi:

Tez çalışmasında kullanılan veri setleri ihaleleri 2012 ile 2018 yılları arasında Kamu tarafından gerçekleştirilmiş, 88 adet taşkın koruma projesini kapsamaktadır. Bu projelere ait yıllara göre fiyat farklılıkların kaldırılması amacı ile tüm fiyatlar 31.12.2020 tarihine güncellenmiştir. Yapılan güncellemeler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yüksek Fen Kurulunda belirtilen TÜİK İnşaat Maliyet Endeksi ve Değişim Oranında belirtilen hükümlere göre gerçekleştirilmiştir [25]. Örnek bir projeye ait yaklaşık maliyetin güncel yaklaşık maliyete dönüştürülmesi Çizelge 2.5’de, analizlerde kullanılan tüm projelere ait güncel yaklaşık maliyetler Çizelge 2.6’da gösterilmiştir.

Çizelge 2.5. Örnek Bir Projeye Ait Güncel Yaklaşık Maliyetin Belirlenmesi.

İhale Bilgileri	
İşin Adı:	Muğla Ula Namnam Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı
İhale No:	2015/142994
İhale Ayı:	Kasım 2015
Kasım 2015 Yaklaşık Maliyet Tutarı (TL)	3.822.234,21
TÜİK verilerine Göre Fiyat Güncellemesi	
Kasım 2015 Endeksi	250,130
Aralık 2020 Endeksi	568,270
Fiyat Çarpanı	2,272
Aralık 2020 Yaklaşık Maliyet Tutarı (TL)	8.684.116,13

Çizelge 2.6. Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Güncel Yaklaşık Maliyet
1	Düzce Kabalak Köyü Hamidiye Deresi	09.01.2015	7.082.003,39
2	Kaynaşlı İlçe Merkezi Yan Dereleri	20.01.2015	16.238.829,84
3	Akçakoca Orhanlı Haciz ve Sarma Dereleri	19.09.2013	11.831.628,80
4	Düzce Yığılca İlçe Merkezi Ahmetçiler Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	29.12.2014	4.947.586,09
5	Ankara Beypazarı İlçe Merkezi İnönü Deresi Taşkın Koruma	26.12.2012	5.580.035,09
6	Ankara Gölbaşı Sukesen Deresi Üst Havza Islahı	12.10.2017	19.221.921,99
7	Ankara Nallıhan İlçe Merkezi Fatih Mahallesi Taşkın Koruma	28.08.2012	1.683.702,81
8	Bolu Dörtdivan İlçe Merkezi Ulusu Deresi 2.Kısım ve Eğrice Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	10.09.2013	7.480.439,15
9	Bolu Göynük İlçe Merkezi Çaybahçe, Kemer ve Göynük Dereleri Taşkın Koruma İnşaatı	15.12.2015	10.868.764,14
10	Bolu Merkez Çamyayla Köyü Seben Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	22.10.2013	3.931.006,35
11	Bolu Mudurnu İlçe Merkezi Mudurnu Çayı Taşkın Koruma İnşaatı	28.12.2012	3.010.269,12
12	Çankırı Ilgaz Aşağı Dere Köyü Dereçayı Taşkın Koruma İnşaatı	14.12.2012	1.057.924,53
13	Çankırı Kurşunlu Eskiahır Köyü İncegeliş Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	09.01.2014	1.673.386,84
14	Çankırı Şabanözü Sanı Çayı 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	11.06.2015	1.598.506,22
15	Çorum Alaca İlçesi Alacahöyük Beldesi Horanözü Deresi Taşkın Koruma	04.12.2012	2.643.118,44
16	Çorum Merkez Güney Köm Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	02.07.2015	1.202.667,56
17	Çorum Merkez Konaklı Beldesi Taşkın Koruma İnşaatı	27.12.2012	1.220.380,23
18	Çorum-Osmancık İlçe Merkezi Kuzey Yamaç Suları Taşkın Koruma	29.09.2014	16.787.370,70
19	Çorum Uğurludağ Eskiçelttek Köyü Dereyar Deresi	06.12.2012	1.001.003,45
20	Kars Akyaka Boyuntaş Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	17.04.2012	359.767,31
21	Kars Selim Başköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.05.2012	1.073.379,14

Çizelge 2.6. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Güncel Yaklaşık Maliyet
22	Kars Arpaçay Tomarlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.05.2012	1.250.073,67
23	Kars Selim Koyunyurdu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	09.05.2012	270.673,50
24	Ardahan Göle Karlıyazı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	27.06.2012	2.760.307,41
25	Ardahan Göle Çallıdere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	28.06.2012	3.034.340,15
26	Kars Sarıkamış Yayıklı Köyü 2. Kısım Taşkın Koruma İnşaatı	25.07.2012	1.346.121,51
27	Kars Selim Gürbüzler Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	28.11.2012	2.521.658,97
28	Ardahan Göle Kuytuca Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	04.06.2013	4.252.940,21
29	İğdır Merkez Suveren Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	11.07.2013	168.268,13
30	Ardahan Göle Kayaaltı Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	16.07.2013	1.452.109,93
31	Kars Digor Varlı Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	23.07.2013	5.093.666,61
32	Kars Digor Şirinköy Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	26.07.2013	159.159,93
33	Kars Digor Şatıroğlu Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	26.07.2013	222.567,65
34	Kars Arpaçay Gülyüzü Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	02.08.2013	278.262,40
35	Kars Sarıkamış Alisofu Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	20.08.2013	1.947.322,20
36	Kars Merkez Dikme Köyü Taşkın Koruma İnşaatı	05.09.2013	2.587.046,75
37	Kars Sarıkamış Parmakdere Köyü Taşkın ve Rusubat Kontrolü	23.10.2013	1.525.523,30
38	Muğla Ula Namnam Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	20.11.2015	8.684.116,13
39	Aydın Köşk Koçak Deresi Yukarı Havza Islahı İnşaatı	08.06.2015	2.177.508,66
40	Denizli Honaz Yokuşbaşı Kılıçdere Yukarı Havza Islahı 3kısım İnşaatı	20.05.2015	4.536.498,42
41	Denizli Çürüksu Sulaması Yandereleri Yukarı Havza Islahı 2kısım İnşaatı	18.05.2015	9.532.438,30
42	Muğla Köyceğiz Kargıcak Deresi Yukarı Havza Islahı 3 Kısım İnşaatı	14.05.2015	8.761.764,88

Çizelge 2.6. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Güncel Yaklaşık Maliyet
43	Aydın Sultanhisar Malgaç Çayı Yukarı Havza Islahı İnşaatı	12.05.2015	2.263.856,47
44	Aydın Merkez Tabakhane Çayı Taşkın ve Rüsubat Kontrol İnşaatı	16.12.2016	2.201.434,59
45	Hatay-Altınözü İlçesi Beyaz Çay Deresi Islahı	24.01.2019	15.772.991,21
46	Sakarya Serdivan İlçesi Serdivan Deresi Taşkın Koruma	27.01.2016	7.674.296,28
47	Sakarya Pamukova İlçesi İsabalı Mahallesi Akseki Deresi Taşkın Koruma	20.01.2016	452.712,95
48	Malatya Arguvan Çavuşlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma	19.01.2016	835.817,29
49	Ordu İl Merkezinin Acısı Deresi Taşkın ve Rusubat Zararlarından Korunması İnşaatı	14.01.2016	1.594.112,02
50	Kütahya Merkez Şehiriçi Dereleri 1 Kısım	12.01.2016	1.267.904,03
51	Bilecik İnhisar Tozman Köyü 2 Kısım Taşkın Kontrol İnşaatı	29.01.2019	4.543.265,85
52	Çanakkale-Çan Küçükpaşa Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Kontrol İnşaatı	20.12.2018	3.604.515,12
53	Konya Hüyük Selki Mahallesi İkmal Taşkın Koruma İnşaatı	18.12.2018	1.475.586,07
54	Tunceli Pertek Günboğazı Köyü Köy içi Deresi Taşkın Koruma	28.06.2018	2.041.798,12
55	Zonguldak İli Çaycuma İlçesi Çömlekciler Köyü Soğuksu Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	21.02.2018	2.213.495,00
56	Iğdır Merkez Halfeli Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	21.02.2018	2.511.978,50
57	Mersin Erdemli İlçesi Kargıpınarı Mahallesi Kargıpınarı (Gilindires) Deresi Islahı 1 Kısım	20.02.2018	18.105.568,00
58	Karabük Yenice Derebaşı Köyü Köyiçi Deresi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	20.02.2018	7.949.150,12
59	Kars Merkez Kars Çayı Kafkas Üniversitesi Köprü Geçişi Dere Islahı	15.02.2018	9.741.138,59
60	Karabük Eskipazar Köyceğiz Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	13.02.2018	2.257.262,97
61	Kars Susuz Aynalı Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	12.02.2018	4.409.267,15
62	Kastamonu Daday Çayı ve Yankolları ile Yukarı Havza Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	08.02.2018	3.361.986,14

Çizelge 2.6. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Güncel Yaklaşık Maliyet
63	Zonguldak İli Ereğli İlçesi Yaraşlıyörük Köyü Kuru Dere 1,2,3 Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı	25.01.2018	5.627.478,18
64	Erzincan İliç Kuruçay Dardere Mahallesi Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	23.01.2018	6.484.565,66
65	Erzincan Tercan Çadırkaya Köyü Tersip Bendi ve Islah Sekisi Yapımı Taşkın ve Rusubat Kontrolü İnşaatı	18.01.2018	3.407.996,18
66	Zonguldak İli Kozlu İlçesi Kozlu Deresi Rehabilitasyonu Tersip Bendi ve Islah Sekisi	26.12.2017	3.200.415,08
67	Rize-Pazar İlçesi Solacari Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	20.03.2017	15.442.575,68
68	Muğla Köyceğiz Çayhisar Deresi	24.02.2017	17.039.049,40
69	Muğla Seydikemer Kınıclar Akçay Deresi Taşkın Koruma	13.02.2017	17.034.919,47
70	Bursa Orhangazi Nadır Deresi Islahı	24.01.2017	13.547.187,94
71	Karabük Eskipazar Karahasanlar Köyü Köyiçi Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	23.01.2017	9.859.106,12
72	Kahramanmaraş-İl Merkezinin Domuz (Boğaz) Deresi 2 Kısım İnşaatı	17.01.2017	11.129.957,59
73	Trabzon-Araklı Kalecik Köyü Zerdali Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	16.01.2017	5.586.811,99
74	Trabzon- Merkez Atası Beldesi Galyan Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	13.01.2017	13.630.174,93
75	Trabzon Maçka İlçesi Zigana Köyü Ayeser Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	12.01.2017	10.214.470,37
76	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Mahallesi Çiçekli Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	14.11.2016	15.903.339,60
77	Trabzon-Yomra İlçesi Kaşüstü Beldesi Muratlı Deresi	17.11.2016	3.306.147,35
78	Karabük Merkez Acıöz Köyü Yan Dereler Taşkın Koruma İnşaatı	21.11.2016	12.487.154,54
79	Trabzon-Arsin Yeşilyalı Beldesi Koyak Deresi	22.11.2016	5.675.948,37
80	Zonguldak Gökçebey İlçesi Örmeci Köyü Örmeci Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.11.2016	17.025.551,72
81	Kastamonu Merkez Damlaçay Köyü Eğrek Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	29.12.2016	4.541.236,11
82	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezi Kargıcak Deresi 2 Kısım Taşkın Koruma	30.12.2014	15.902.055,17

Çizelge 2.6. (devamı) Analizlerdeki Projelerin İhale Tarihlerine Göre Güncel Yaklaşık Maliyet Tablosu.

Sıra No	Projenin Adı	İhale Tarihi	Güncel Yaklaşık Maliyet
83	Muğla-Fethiye Girmeler Köyü Sarı Dere 2 Kısım İnşaatı	25.12.2014	5.256.540,10
84	Muğla Fethiye Merkez Çerçi ve Üzümlü Deresi Taşkın Koruma	25.12.2014	8.867.647,81
85	Muğla Merkez Karamuğla Deresi 2. Kısım İnşaatı	29.08.2013	8.611.905,56
86	Muğla Milas Gökçeler Köyü Hamzabey Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.01.2013	6.701.754,21
87	Muğla Köyceğiz İlçe Merkezinin Kargıcak Deresi Taşkınlarından Korunması İnşaatı	21.11.2012	13.047.644,08
88	Muğla Ula Gökçe Köyü Sığala Deresi Taşkın Koruma İnşaatı	28.09.2012	1.337.897,28

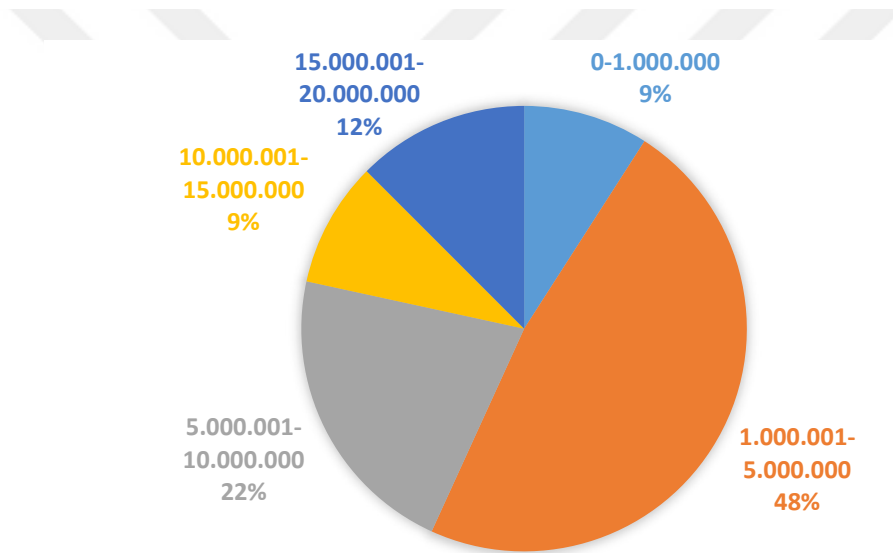
2.2. UYGULANAN YÖNTEM

Veri setimiz içerisinde bulunan 88 adet taşkın koruma projesinin yaklaşık maliyetleri incelendiğinde 159.159,93 TL ile 19.221.921,99 TL arasında bulundukları ayrıca aritmetik ortalamalarının 6.002.315,08 TL olduğu hesaplanmıştır.

Verilerin incelenebilmesi üzerinde işlem yapılabilmesi amacı ile normalizasyon işlemi uygulanmıştır. Yaklaşık maliyet ile maliyeti oluşturan girdi parametrelerin değerleri belli bir yıl baz alınarak fiyatları güncellenmiştir. Yapılan güncelleme sonucu yaklaşık maliyete etki eden ve belirsizlik oluşturan tüm parametreler sınıflandırılmıştır. Daha sonra 4 farklı girdi parametresi (bağımsız değişken) kullanılarak 5 farklı matematiksel model (Lineer, power, quadratik, üssel ve semi quadratik denklem modelleri) yardımı ile 9 farklı tahmin modeli oluşturulmuştur. Oluşturulan tahmin modelleri eğitim veri seti ile optimize edilmiştir. Optimizasyon aşamasında yapay zeka tekniği olan Çiçek Tozlaşma Algoritması kullanılmıştır.

Çizelge 2.7. Analizlerdeki Projelerin Yaklaşık Maliyet Aralıkları ve Proje Sayıları.

Yaklaşık Maliyet Tutar Aralığı (TL)	Proje Sayısı (Adet)
0-1.000.000	8
1.000.001-5.000.000	42
5.000.001-10.000.000	19
10.000.001-15.000.000	8
15.000.001-20.000.000	11



Şekil 2.7. Analizlerdeki projelerin yaklaşık maliyet aralıklarının grafik gösterimi.

2.2.1. Verilerin Normalizasyonu

Literatürde birbirlerinden bağımsız veri serileri üzerinde işlem yapılabilmesi için yapılan metoda normalizasyon denilmektedir [26]. Ayrıca normal dağılım grafiği çizildiğinde, eğrilik ve basıklık değerleri sıfıra eşit olan düzgün, simetrik, çan şeklinde bir dağılım üreten dağılımdır [27]. Çeşitli normalizasyon teknikleri olduğu gibi projelerin yaklaşık maliyetlerini içeren 88 adet veri üzerinde literatürde yer alan min-maks normalizasyonu kullanılmıştır.

$$x' = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2.1)$$

Bu eşitlikte;

x' = Normalize edilmiş veri,

x_i = Veri seti değeri,

x_{min} = Veri seti içerisinde yer alan en küçük sayıyı,

x_{max} = Veri seti içerisinde yer alan en büyük sayıyı, ifade etmektedir.

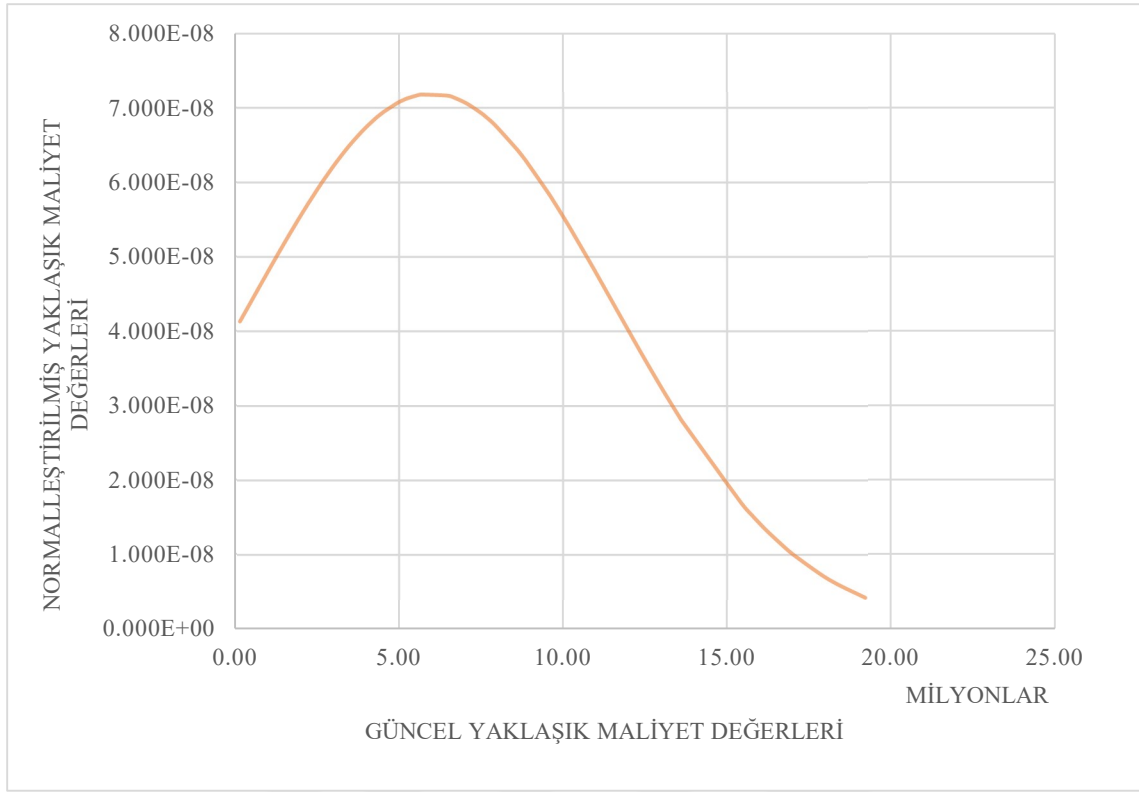
Yapılan analizlerde Microsoft Excel [28] programı yardımı ile çarpıklık, basıklık hesabı yapılmıştır buna göre; 88 adet verimizde minimum Güncel Yaklaşık Maliyet Değeri 159.159,93 TL ve maksimum Güncel Yaklaşık Maliyet Değeri ise 19.221.921,99 TL'dir.

Çizelge 2.8. Çarpıklık-Basıklık Hesap Tablosu.

Ortalama	Standart Sapma	Çarpıklık	Basıklık
6002315,08	5374937.89	0.953355312	-0,302070472

Bu veri seti basıklıkta olduğu gibi, çoğu psikometrik amaç için $\pm 1,0$ çarpıklık değerleri arasında bulunan değerler mükemmel, ancak birçok durumda $\pm 2,0$ arasında bir değer de kabul edilebilir [27]. Bir dağılımın simetrisinin çarpıklık ölçüsünün karşılaştırması normal dağılımla yapılır. Bu sebeple yapılan çalışmada çarpıklık değerinin $+1,00$ 'in altında, basıklık değerinin ise $-1,00$ in üstünde kaldığı görülmüştür.

Literatürde basıklık ve çarpıklık değerleri belirtilen sınırlar arasında bulunmayan veriler üzerinde çalışma yapabilmek için non-parametrik yöntemler kullanılmalıdır.



Şekil 2.8. Güncel yaklaşık maliyet değeri veri setine ait normal dağılım grafiği.

Taşkın koruma projelerine ait 88 adet alt yapı projesi veri setinde özellikle yaklaşık maliyeti etkileyecek tüm fonksiyonel faktörler tespit edilmiştir. Bunlar işin süresi, tesisin yeri, tesisin türü, tesisin boyu, donatı faktörü, beton faktörü, kalıp faktörü, kazı faktörü, taş işleri faktörü, kaplama faktörü, korkuluk faktörü ve boru faktörüdür. Söz konusu fonksiyonel faktörler ve güncel yaklaşık maliyet verilerinin minimum ve maksimum değerleri bulunarak veriler normalleştirilmiştir. Yapılan bu hesaplamalarda Microsoft Excel [28] programı kullanılmış ve Şekil 2.1’de gösterilmiştir.

2.2.2. Tahmin Modellerinin Oluşturulması

İncelenen projelere ait Proje Genel Özellikleri ile Proje Detay Özelliklerindeki veri setleri üzerinde 9 farklı model oluşturularak her modelde bağımsız değişkenlerin (donatı faktörü, beton faktörü, kalıp faktörü, kazı ve dolgu faktörü, nakliye faktörü, taş işleri faktörü, derz uygulama faktörü, yıkım işleri faktörü, pere kaplama faktörü, korkuluk yapım faktörü ve koruge boru yapım faktörü) tahmin model sonucu bağımlı değişkene (yaklaşık maliyet) olan ilişkileri incelenmiştir.

Çizelge 2.9. Maliyet Tahmin Modelleri Giriş Değişkenleri.

Maliyet Tahmin Modeli	Model Giriş Parametresi				Proje Sayısı (N)
	A	B	C	D	
P1	Projenin süresi	Projenin yeri	Projenin tipi	Tesisin boyu	88
P2	Donatı Faktörü	Beton Faktörü	Kalıp Faktörü	Kazı Faktörü	88
P3	Taş İşleri	Korkuluk	Beton Faktörü	Kazı Faktörü	88
P4	Projenin süresi	Tesisin Boyu	Beton Faktörü	Kazı Faktörü	88
P5-A	Beton Faktörü	Kalıp Faktörü	Kazı Faktörü	Korkuluk	14
P5-B	Beton Faktörü	Kalıp Faktörü	Donatı Faktörü	Korkuluk	14
P6	Taş İşleri	Kazı Faktörü	Korkuluk	Donatı Faktörü	9
P7	Kazı Faktörü	Donatı Faktörü	Kalıp Faktörü	Beton Faktörü	49
P8	Beton Faktörü	Kazı Faktörü	Taş İşleri	Projenin süresi	16

2.2.3. Matematiksel Modellerin Oluşturulması

Mevcut çalışmada tahmin modellerinde belirlenen 4 adet giriş parametresi (A, B, C ve D) oluşturulan her model için (çalışmada toplam 9 adet tahmin modeli) ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu matematiksel modeller yanıt yüzey (yüzey cevap) yönteminden yararlanılarak geliştirilen lineer model, power model, üssel model, quadratik model ve semi quadratik tahmin modelleridir. Yanıt yüzeyi metodolojisi (RSM), Myers, Montgomery ve Anderson-Cook a göre süreçleri geliştirmek, optimize etmek için yararlı istatistiksel ve matematiksel tekniklerden oluşan bir koleksiyondur [29]. Daha çok gıda işleme teknolojisinde kullanılan RSM bağımsız değişken girdilerinin sistemin yanıtı ile olan ilişkilerini inceleyen bir optimizasyon tekniğidir.

Aşağıda yanıt yüzeylerin (yaklaşık maliyet) bulunması amacıyla denklem (2.2)' de lineer modelin, denklem (2.3)'de power modelin, denklem (2.4)'de üssel modelin, denklem (2.5)' de quadratik modelin ve denklem (2.6)'da ise semî quadratik matematiksel modelin denklem gösterimleri verilmektedir [30]. Matematiksel denklem modelleri eğitim veri seti kullanılarak optimize edilmiştir. Veri setinin %60'ı eğitim amacıyla kullanılırken kalan % 40 kısım ise test amacıyla kullanılmıştır. Optimizasyon aşamasında Çiçek Tozlaşma Algoritması kullanılmıştır.

2.2.3.1. Lineer Matematiksel Model

Lineer modelde 4 giriş parametresi (A, B, C ve D) ile 5 adet ağırlık değişkeni (w_1, w_2, w_3, w_4, w_5) bulunmaktadır. w_5 katsayısı düzeltici görev üstlenmektedir.

Lineer modelin matematiksel formu;

$$YM = w_1(A) + w_2(B) + w_3(C) + w_4(D) + w_5 \quad (2.2)$$

2.2.3.2. Power Matematiksel Model

Power modelde 4 giriş parametresi (A, B, C ve D) ile 9 adet ağırlık değişkeni ($w_1, w_2, \dots, w_9$) bulunmaktadır. w_9 katsayısı düzeltici görev üstlenmektedir.

Power modelin matematiksel formu;

$$YM = w_1(A)^{w_2} + w_3(B)^{w_4} + w_5(C)^{w_6} + w_7(D)^{w_8} + w_9 \quad (2.3)$$

2.2.3.3. Üssel Matematiksel Model

Üssel modelde 4 giriş parametresi (A, B, C ve D) ile 9 adet ağırlık değişkeni ($w_1, w_2, \dots, w_9$) bulunmaktadır. w_9 katsayısı düzeltici görev üstlenmektedir.

Üssel modelin matematiksel formu;

$$YM = w_1e^{(A*w_2)} + w_3e^{(B*w_4)} + w_5e^{(C*w_6)} + w_7e^{(D*w_8)} + w_9 \quad (2.4)$$

2.2.3.4. Quadratik Matematiksel Model

Quadratik modelde 4 giriş parametresi (A, B, C ve D) ile 11 adet ağırlık değişkeni ($w_1, w_2, \dots, w_{11}$) bulunmaktadır. w_{11} katsayısı düzeltici görev üstlenmektedir.

Quadratik modelin matematiksel formu;

$$YM = w_1(A)^2 + w_2(B)^2 + w_3(C)^2 + w_4(D)^2 + w_5(A)(B) + w_6(A)(C) + w_7(A)(D) + w_8(B)(C) + w_9(B)(D) + w_{10}(C)(D) + w_{11} \quad (2.5)$$

2.2.3.5. Semi Quadratik Matematiksel Model

Quadratik modelde 4 giriş parametresi (A, B, C ve D) ile 11 adet ağırlık değişkeni ($w_1, w_2, \dots, w_{11}$) bulunmaktadır. W_{11} katsayısı düzeltici görev üstlenmektedir.

Semi Quadratik modelin matematiksel formu;

$$YM = w_1A + w_2B + w_3C + w_4D + w_5\sqrt{(A)(B)} + w_6\sqrt{(A)(C)} + w_7\sqrt{(A)(D)} + w_8\sqrt{(B)(C)} + w_9\sqrt{(B)(D)} + w_{10}\sqrt{(C)(D)} + w_{11} \quad (2.6)$$

2.3. OPTİMİZASYON

2.3.1. Doğadan Esinlenen Hesaplama ve Optimizasyon

Leandro Nunes de Castro'ya göre doğal programlama, doğal süreçlerden esinlenip fikirler çıkaran ve bu fikirleri bilgisayarlarda çalışacak, çeşitli problemlerin çözülmesinde kullanılacak bilgisayar sistemleri tasarlamak ya da bu süreçleri taklit ederek çalışacak doğal materyalleri kullanmaktır [31].

Son yıllarda biyolojik sistemlerin mükemmel karakteristiklerini temel alan birçok doğadan esinlenen algoritma geliştirilmiştir [32]. Örneğin genetik algoritma Darwin'in biyolojik sistemlerin evrimini inceleyen düşüncelerini temel alarak geliştirilmiştir [33]. Benzer şekilde sürü halinde yaşayan, avlanan ve hayatta kalan hayvan sürülerinin doğalarını temel alan birçok algoritma geliştirmiş ve bu algoritmalar birçok uygulama alanı bulmuşlardır [34].

Optimizasyon kavramının mühendislikten iş çevrelerine, internet ip rotalamadan tatil planlamasına, endüstriyel tasarımdan uygulamaya her yerde kullanıldığını söylemek bir abartı olmaz. Çünkü kullanılan kaynaklar zaman ve para, gerçek dünya uygulamalarında her zaman kısıtlıdır ve birçok kısıt göz önüne alınarak bu kaynakların en uygun kullanım yönteminin belirlenmesi ve uygulanması gerekmektedir [35].

Evrimin biyolojik penceresinden bakıldığında çiçeklerin polenleşmesindeki amacın, türün hayatta kalması, kalite ve miktar açısından en olası popülasyonun üretilmesi olduğu söylenebilir. 2012 yılında Yang tarafından yapılan bir çalışma ile çiçekler tarafından gerçekleştirilen bu doğal optimizasyon süreci incelenmiş ve çiçek tozlaşma algoritması adı ile

sunulmuştur [36].

2.3.2. Çiçek Tozlaşma Algoritması (ÇTA)

Dünyada çiçekli bitkilerin 125 milyon yıl önce ortaya çıktığı kabul edilmektedir. Ayrıca günümüzdeki bitkilerin yaklaşık %80'inin çiçekli bitkiler olduğu varsayılmaktadır [37]. Çiçeklerdeki tozlaşma işlemi biyotik veya abiyotik olarak gerçekleşebilir [38], [39]. Çiçek türlerindeki tozlaşma işleminin yaklaşık %90'ı biyotik yöntemi kullanmaktadır [39].

Çiçeklerdeki tozlaşma süreci, kendi kendine tozlaşma (self) veya çaprazlama (cross) şeklinde olabilir. Aynı tür bitkinin kendi polenleri arasında meydana gelen tozlaşmaya kendi kendine tozlaşma, birden fazla çiçeğin poleni kullanılarak meydana gelen tozlaşmaya ise çaprazlama tozlaşma adı verilir [36].

Biyotik tozlaşma arı, yarası, kuş ve sinek gibi tozlayıcılar vasıtasıyla uzun mesafelerde gerçekleşebilir bu tozlaşma türü küresel (global) tozlaşma olarak kabul edilebilir. Ayrıca arılar ve kuşların bu süreçteki uçuş davranışı L'evy uçuşuna benzerlik gösterirler. [40] [41]

Yukarıda bahsedilen özellikler göz önüne alınarak belirlenen aşağıdaki 4 temel kural ile mühendislik problemlerinin çözümü için çiçek tozlaşma algoritması geliştirilmiştir. [36]

Bu kurallar;

Kural 1. Biyotik ve çaprazlama tozlaşma işlemi taşıyıcıların L'evy uçuşuna uygun şekilde davranarak gerçekleştirilen küresel tozlaşma işlemidir [36].

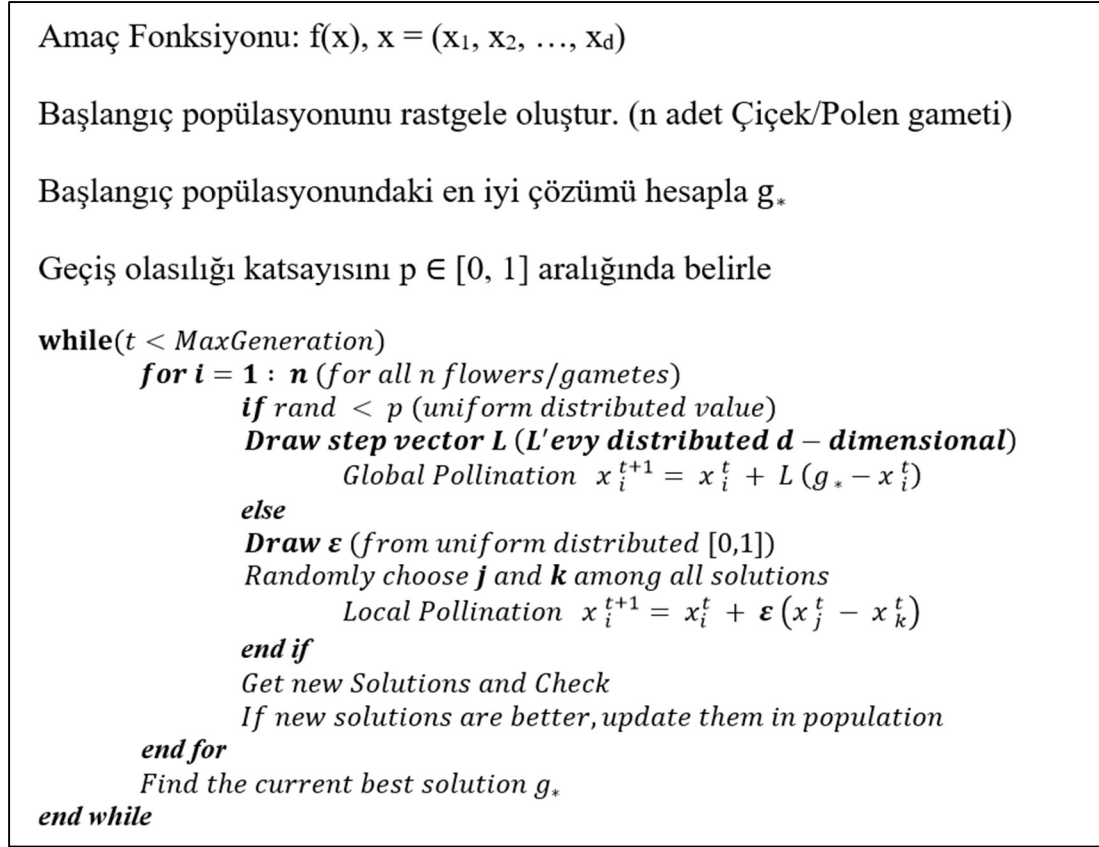
Kural 2. Abiyotik ve kendiliğinden gerçekleşen tozlaşma işlemi yerel tozlaşma işlemidir [36].

Kural 3. Çiçek sabiti adı verilen katsayı üretim olasılığı olarak ifade edilir ve çiçek türlerinin benzerliği ile orantılı olarak değişir [36].

Kural 4. Yerel ve global tozlaşma işlemi [0-1] aralığında belirlenen geçiş olasılığı değişkeni ile kontrol edilir [36].

Doğada her bitkinin birden fazla çiçeği olabileceği gibi her çiçeğin genellikle milyonlarca hatta milyarlarca polen gameti bulunmaktadır. Algoritma çözümün kolaylık oluşturulabilmesi için her bir bitki türünün bir çiçeği ve her bir çiçeğin ise bir polen gameti ürettiği varsayılmıştır. Böylece polenlerin matematiksel olarak ayrı ayrı ifade edilerek belirlenmesi kolaylaşmıştır [36].

Çiçek tozlaşma algoritması veya kısaca çiçek algoritmasının akış şeması Şekil 2.9' da gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Yang'a göre çiçek tozlaşma algoritması akış şeması.

Literatüre bakıldığında çiçek tozlaşma algoritmasının birçok farklı disiplinde yine birçok farklı mühendislik probleminin çözümünde kullanıldığı görülmektedir. Aşağıdaki Çizelge 2.10'de çiçek tozlaşma algoritmasının kullanıldığı çalışmalar özetlenmektedir.

Çizelge 2.10. Çiçek Tozlaşma Algoritmasının Kullanıldığı Çalışmalar.

Referans	Yazarlar	Yılı	Optimizasyon Tekniği	İçeriği
[42]	Sharawi vd.	2014	ÇTA	Küme başlarının etkili bir şekilde seçimi ve küme düğümlerini Kablosuz Sensör Ağına dağıtmak için çalışılmıştır.
[43]	Sakib vd.	2014	Yarasa Algoritması ile Kıyaslamalı ÇTA	Tek modlu ve çok modlu, düşük ve yüksek boyutlu sürekli fonksiyonlar denenmiştir.
[44]	Platt vd.	2014	ÇTA	Çift geri beslemeli buharlaşma gösteren bir sistemin çiğlenme noktası basınçlarının hesaplanması yapılmıştır.
[45]	Kowalski	2015	Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Kıyaslamalı ÇTA	Karşılaştırmalı sürekli optimizasyon problemlerinin performansı değerlendirilmiştir.

Çizelge 2.10. (devamı) Çiçek Tozlaşma Algoritmasının Kullanıldığı Çalışmalar.

Referans	Yazarlar	Yılı	Optimizasyon Tekniği	İçeriği
[46]	Yılmaz vd.	2015	ÇTA	Betonarme istinat duvarlarının çiçeklerin tozlaşma algoritması ile optimizasyonu yapılmıştır.
[47]	Nabil	2016	Hibrit ÇTA ile Klonal Seçim Algoritması	Karşılaştırmalı sürekli optimizasyon problemlerinin performansını değerlendirmesi çalışılmıştır.
[48]	Wang vd.	2016	Arı Kolonisi Algoritması ile ÇTA	K-means kümeleme algoritmasının dezavantajlarının üstesinden gelmek için kullanılmıştır.
[49]	Diab vd.	2017	Diferansiyel Evrim Algoritması ve Parçacık Sürü Optimizasyonu ile Kıyaslamalı ÇTA	Entegre fotovoltaiik sistem oluştururken kısmi gölgelemeyi azaltmak için kullanılmıştır.

2.4. MATEMATİKSEL MODELLER

Matematiksel tahmin modelleri oluşturulurken farklı sayılarda bağımsız değişken seçilmiş ancak 4 farklı bağımsız değişken seçiminin modelin kararlılığını arttırdığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada bağımsız değişken türlerine göre çok sayıda üretilebilecek tahmin modeli olduğu görülmüş, ancak başarı oranının yüksek olanları tercih edilmiştir.

Bu çalışmada yaklaşık maliyetin tahmini için kullanılan ve başarı oranı yüksek 9 farklı matematiksel tahmin modeli aşağıda belirtilmiştir.

2.4.1. Model P1

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler)

A: Projenin süresi

B: Projenin yeri

C: Projenin tipi

D: Tesisin boyu

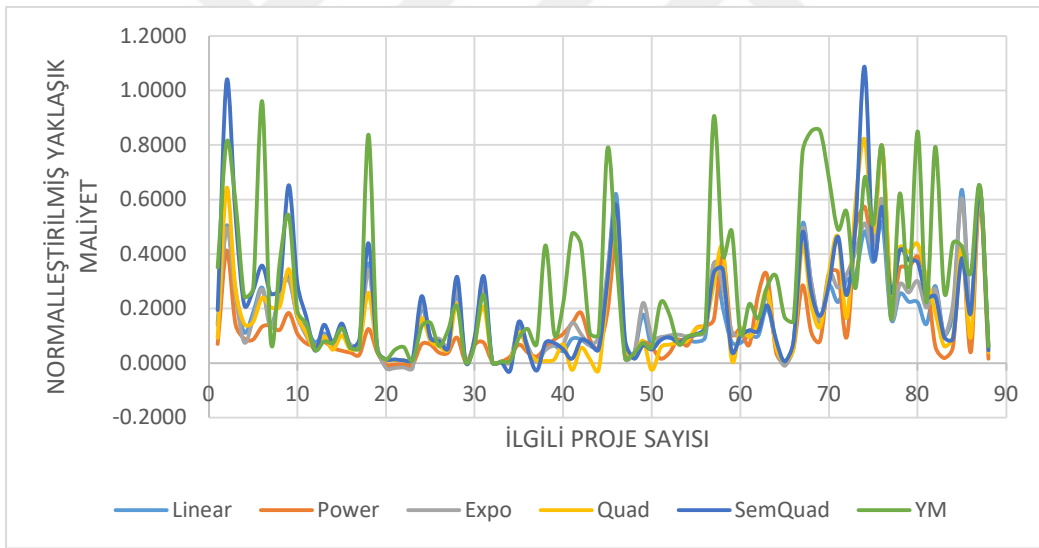
N: İlgili proje sayısı (88 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel,

Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.11. P1 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,1464	0,0701	0,1399	0,0925	0,1942	0,3510
s2	0,5049	0,4127	0,4959	0,6423	1,0369	0,8111
s3	0,2670	0,1422	0,2474	0,2713	0,5387	0,5896
s4	0,1126	0,0900	0,0759	0,1441	0,2140	0,2437
s5	0,1866	0,0871	0,1636	0,1518	0,2681	0,2755
s6	0,2774	0,1337	0,2709	0,2395	0,3582	0,9610
s7	0,1409	0,1370	0,1267	0,2050	0,2534	0,0797
s8	0,2546	0,1223	0,2547	0,2073	0,2737	0,3710
--	--	--	--	--	--	--
s88	0,0607	0,0165	0,0599	0,0393	0,0467	0,0623



Şekil 2.10. P1 tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.2. Model P2

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler)

A: Donatı Faktörü

B: Beton Faktörü

C: Kalıp Faktörü

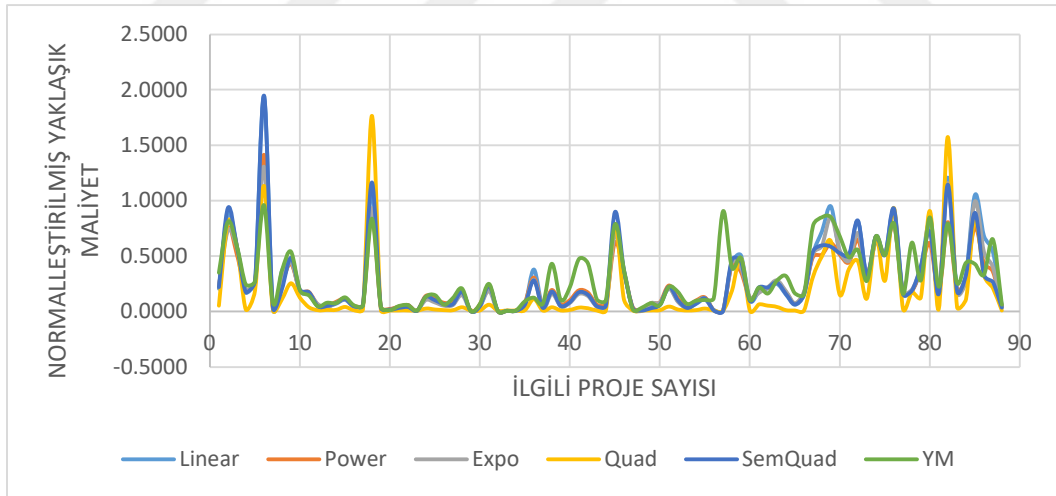
D: Kazı Faktörü

N: İlgili proje sayısı (88 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.12. P2 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,2058	0,2232	0,2263	0,0525	0,2194	0,3510
s2	0,8827	0,7533	0,7319	0,8116	0,9345	0,8111
s3	0,5900	0,5159	0,5739	0,5894	0,5895	0,5896
s4	0,1702	0,1952	0,2011	0,0192	0,1754	0,2437
s5	0,2755	0,2595	0,2641	0,1917	0,2754	0,2755
s6	1,9452	1,4123	1,3060	1,1321	1,9462	0,9610
s7	0,0340	0,0353	0,0256	0,0115	0,0334	0,0797
s8	0,3690	0,2618	0,2547	0,1116	0,2031	0,3710
--	--	--	--	--	--	--
s88	0,0479	0,0492	0,0320	0,0104	0,0353	0,0623



Şekil 2.11. P2 tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.3. Model P3

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler)

A: Taş İşler Faktörü

B: Korkuluk Faktörü

C: Beton Faktörü

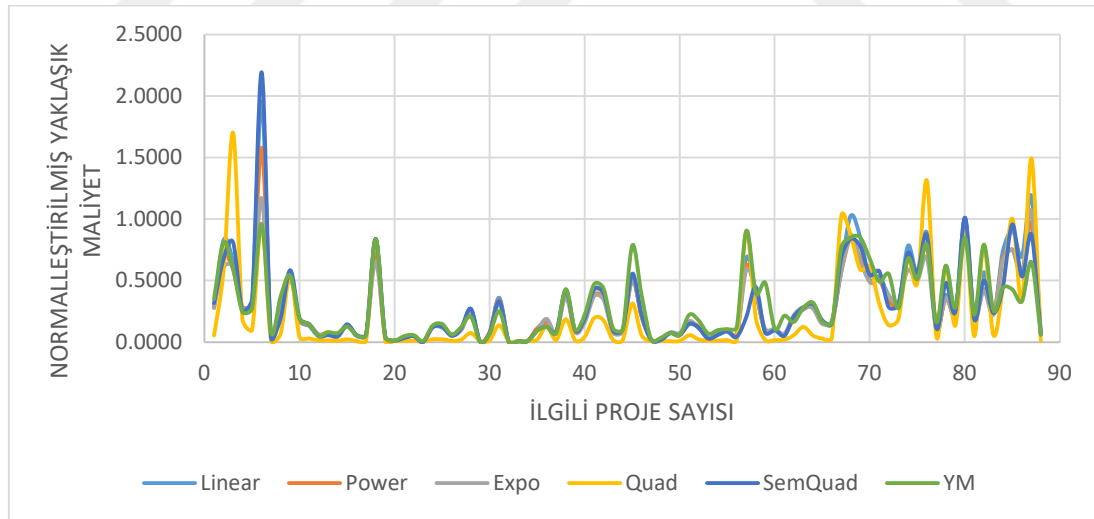
D: Kazı Faktörü

N: İlgili proje sayısı (88 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.13. P3 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,2861	0,2781	0,2821	0,0550	0,3172	0,3510
s2	0,8307	0,6994	0,6097	0,5848	0,6797	0,8111
s3	0,6525	0,5896	0,6112	1,7019	0,8099	0,5896
s4	0,2613	0,2864	0,2761	0,1874	0,2506	0,2437
s5	0,3126	0,2975	0,3144	0,0982	0,3524	0,2755
s6	1,9562	1,5788	1,1704	0,9612	2,1933	0,9610
s7	0,0595	0,0696	0,0512	0,0124	0,0395	0,0797
s8	0,2534	0,2210	0,2262	0,0670	0,1920	0,3710
--	--	--	--	--	--	--
s88	0,0677	0,0678	0,0592	0,0134	0,0614	0,0623



Şekil 2.12. P3 tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.4. Model P4

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler)

A: İşin Süresi

B: Tesisin Boyu

C: Beton Faktörü

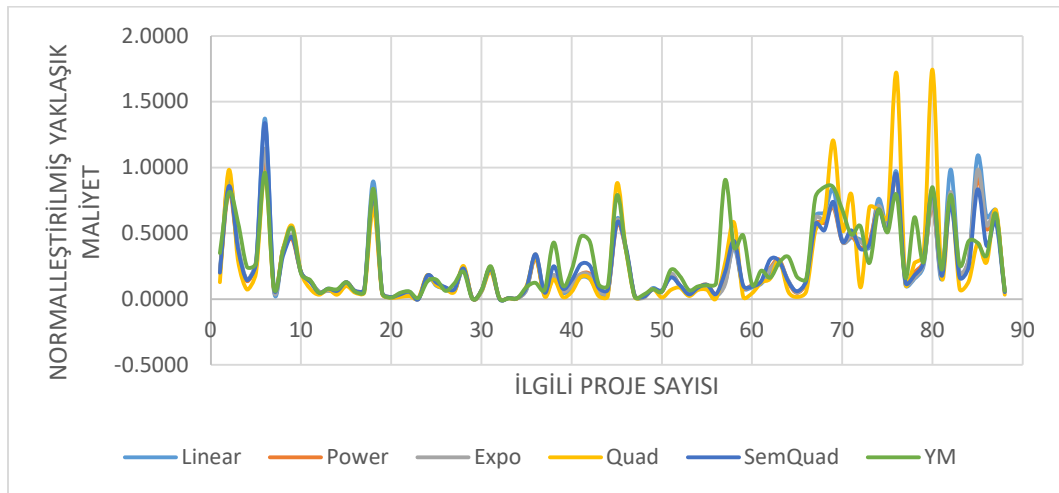
D: Kazı Faktörü

N: İlgili proje sayısı (88 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.14. P4 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,2129	0,1998	0,2135	0,1300	0,2008	0,3510
s2	0,9253	0,8169	0,8650	0,9828	0,8598	0,8111
s3	0,4136	0,3740	0,4084	0,3005	0,3888	0,5896
s4	0,1441	0,1365	0,1489	0,0724	0,1447	0,2437
s5	0,2848	0,2676	0,2901	0,2028	0,2721	0,2755
s6	1,3720	1,0743	1,1432	0,9625	1,3375	0,9610
s7	0,0577	0,0761	0,0613	0,0785	0,0821	0,0797
s8	0,3824	0,3674	0,3800	0,3804	0,3290	0,3710
--	--	--	--	--	--	--
s88	0,0593	0,0628	0,0554	0,0333	0,0529	0,0623



Şekil 2.13. P4 Tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.5. Model P5_A

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler) (Tesis Türü: Beton Ağırlık ve Betonarme)

A: Beton Faktörü

B: Kalıp Faktörü

C: Kazı Faktörü

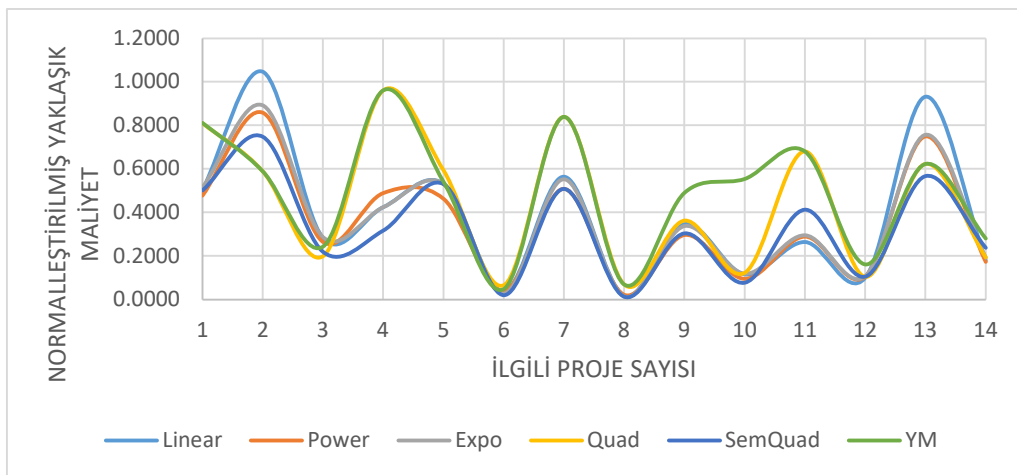
D: Korkuluk Faktörü

N: İlgili proje sayısı (14 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.15. P5_A Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,5043	0,4777	0,5164	0,8102	0,5015	0,8111
s2	1,0459	0,8589	0,8914	0,5896	0,7483	0,5896
s3	0,2812	0,2645	0,2858	0,1993	0,2182	0,2437
s4	0,4248	0,4898	0,4238	0,9610	0,3172	0,9610
s5	0,5321	0,4629	0,5309	0,5933	0,5300	0,5412
s6	0,0376	0,0393	0,0274	0,0660	0,0202	0,0482
s7	0,5645	0,5077	0,5531	0,8387	0,5081	0,8387
s8	0,0175	0,0217	0,0146	0,0692	0,0131	0,0692
--	--	--	--	--	--	--
s14	0,1790	0,1726	0,1926	0,1931	0,2378	0,2803



Şekil 2.14. P5-A tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.6. Model P5_B

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler) (Tesis Türü : Beton Ağırlık ve Betonarme)

A: Beton Faktörü

B: Kalıp Faktörü

C: Donatı Faktörü

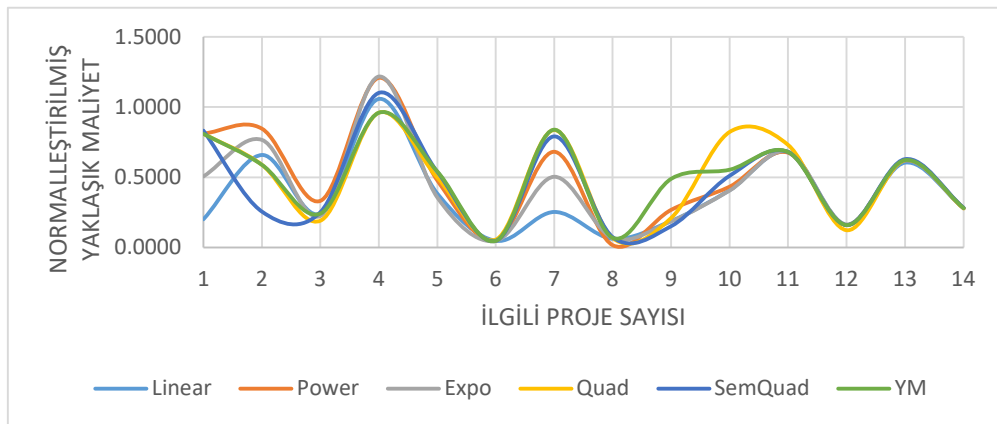
D: Korkuluk Faktörü

N: İlgili proje sayısı (14 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.16. P5_B Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,2014	0,8114	0,5071	0,8111	0,8320	0,8111
s2	0,6588	0,8476	0,7674	0,5896	0,2563	0,5896
s3	0,2437	0,3337	0,2267	0,1914	0,2537	0,2437
s4	1,0593	1,2080	1,2181	0,9612	1,1010	0,9610
s5	0,3833	0,4768	0,3567	0,4986	0,5395	0,5412
s6	0,0482	0,0485	0,0485	0,0577	0,0484	0,0482
s7	0,2549	0,6814	0,5039	0,8386	0,7930	0,8387
s8	0,0633	0,0165	0,0689	0,0668	0,0739	0,0692
--	--	--	--	--	--	--
s14	0,2803	0,2810	0,2802	0,2800	0,2830	0,2803



Şekil 2.15. P5-B tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.7. Model P6

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler) (Tesis Türü : Kagir Duvar ve Taş Tahkimat)

A: Taş İşleri

B: Kazı Faktörü

C: Korkuluk Faktörü

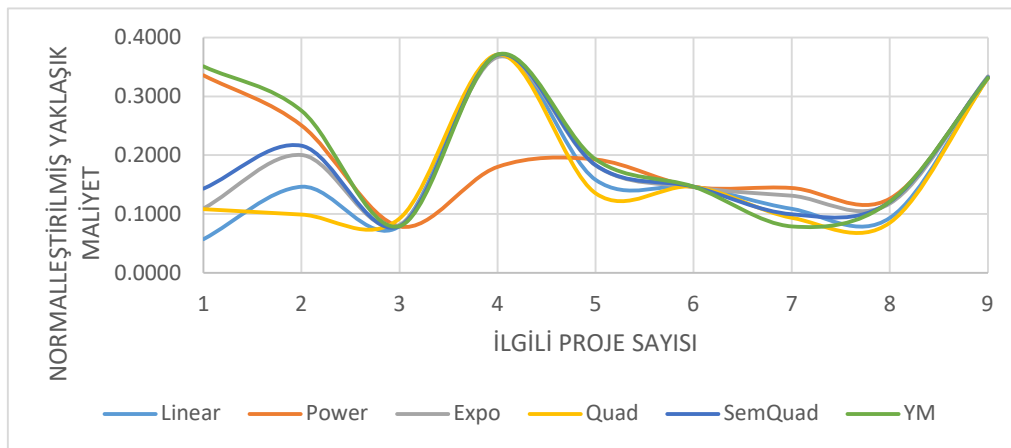
D: Donatı Faktörü

N: İlgili proje sayısı (9 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.17. P6 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,0574	0,3358	0,1097	0,1087	0,1434	0,3510
s2	0,1463	0,2506	0,2006	0,0990	0,2162	0,2755
s3	0,0797	0,0793	0,0819	0,0925	0,0797	0,0797
s4	0,3710	0,1805	0,3668	0,3710	0,3710	0,3710
s5	0,1579	0,1927	0,1826	0,1350	0,1830	0,1926
s6	0,1463	0,1462	0,1461	0,1463	0,1463	0,1463
s7	0,1088	0,1447	0,1311	0,0940	0,0997	0,0792
s8	0,0935	0,1263	0,1181	0,0858	0,1210	0,1213
s9	0,3318	0,3320	0,3343	0,3318	0,3329	0,3318



Şekil 2.16. P6 tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.8. Model P7

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler) (Tesis Türü: Karma)

A: Kazı Faktörü

B: Donatı Faktörü

C: Kalıp Faktörü

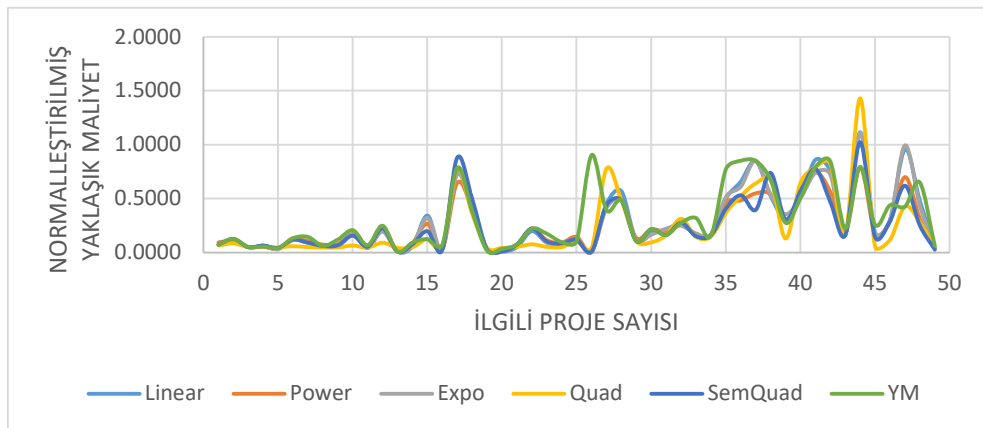
D: Beton Faktörü

N: İlgili proje sayısı (49 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.18. P7 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,0754	0,0971	0,0756	0,0668	0,0755	0,0754
s2	0,1168	0,1121	0,1049	0,0869	0,1274	0,1279
s3	0,0508	0,0518	0,0502	0,0529	0,0525	0,0555
s4	0,0655	0,0565	0,0576	0,0565	0,0654	0,0564
s5	0,0388	0,0387	0,0349	0,0494	0,0448	0,0454
s6	0,1242	0,1345	0,1152	0,0596	0,1212	0,1338
s7	0,0948	0,1078	0,0911	0,0524	0,0927	0,1476
s8	0,0659	0,0756	0,0590	0,0490	0,0627	0,0627
--	--	--	--	--	--	--
s49	0,0448	0,0408	0,0391	0,0461	0,0290	0,0623



Şekil 2.17. P7 tahmin modeli sonuç grafiği.

2.4.9. Model P8

Kullanılan parametreler (bağımsız değişkenler) (Tesis Türü: Islah Sekisi)

A: Beton Faktörü

B: Kazı Faktörü

C: Taş İşleri

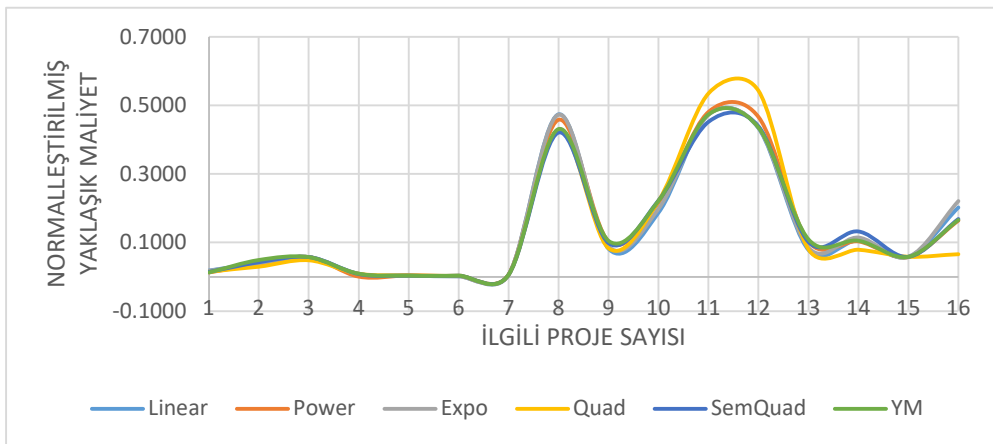
D: İşin Süresi

N: İlgili proje sayısı (16 Proje)

Bu tahmin modelinde yukarıda belirtilen bağımlı değişkenler (Lineer, Power Regresyon, Üssel, Quadratik ve Semi Quadratik) regresyon modelleri kullanılarak oluşturulan tahmin modelinin yaklaşık maliyet ile ilişkileri tabloda belirtilmiştir.

Çizelge 2.19. P8 Tahmin Modeli Sonuç Tablosu.

Sıra No	Lineer	Power	Üssel	Quad.	Semi Quad.	YM
s1	0,0187	0,0132	0,0179	0,0151	0,0148	0,0132
s2	0,0403	0,0367	0,0399	0,0300	0,0426	0,0490
s3	0,0579	0,0577	0,0578	0,0480	0,0580	0,0579
s4	0,0087	0,0005	0,0086	0,0087	0,0083	0,0087
s5	0,0036	0,0044	0,0036	0,0044	0,0038	0,0035
s6	0,0017	0,0025	0,0017	0,0031	0,0031	0,0031
s7	0,0063	0,0076	0,0063	0,0063	0,0062	0,0063
s8	0,4739	0,4581	0,4736	0,4296	0,4213	0,4315
--	--	--	--	--	--	--
s16	0,2023	0,1640	0,2216	0,0664	0,1691	0,1663



Şekil 2.18. P8 tahmin modeli sonuç grafiği.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Yapılan çalışmada kullanılan veri seti 2012-2018 tarihleri arasında gerçekleştirilmiş taşkın koruma tesislerine ait bilgiler ile oluşturulmuştur. Çalışmada toplam 88 adet veri bulunmaktadır. Geliştirilen 9 modelde (P1, P2, P3 ve P4) bu verilerin tamamı kullanılmışken, (P5-A ve P5-B) modellerinde uygunluğu tespit edilen 14 adet veri, P6 modelinde 9 adet veri, P7 modelinde 49 adet veri ve P8 modelinde ise yine uygunluğu tespit edilen 16 adet veri kullanılmıştır Optimizasyon aşamasında veri setinin %60'ı eğitim amacıyla kullanılırken kalan % 40 kısım test amacıyla kullanılmıştır.

Çizelge 3.1 ile Şekil 3.1'de görüldüğü gibi yaklaşık maliyet tahmin oranının (başarım oranının) P8 modelinde oldukça yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kullanılan veri sayısının diğer modellere göre düşük olmasına rağmen taşkın koruma projeleri gibi altyapı projelerinde özellikle beton imalatlar, kazı imalatları, taş işleri ve işin süresinin bilinmesi neticesinde oluşturulacak semi quadratik bir matematiksel model ile projeye ait Yaklaşık Maliyet bedelinin % 94,72'si oranında başarılı olarak tahmin edilebileceği tespit edilmiştir.

Semi quadratik modelin genel olarak tüm modellerde iyi sonuç verdiği görülmektedir. En düşük başarım oranları quadratik modelde yakalanmıştır. Genel olarak Lineer modelin ise üssel modele yakın başarım oranları verdiği görülmektedir.

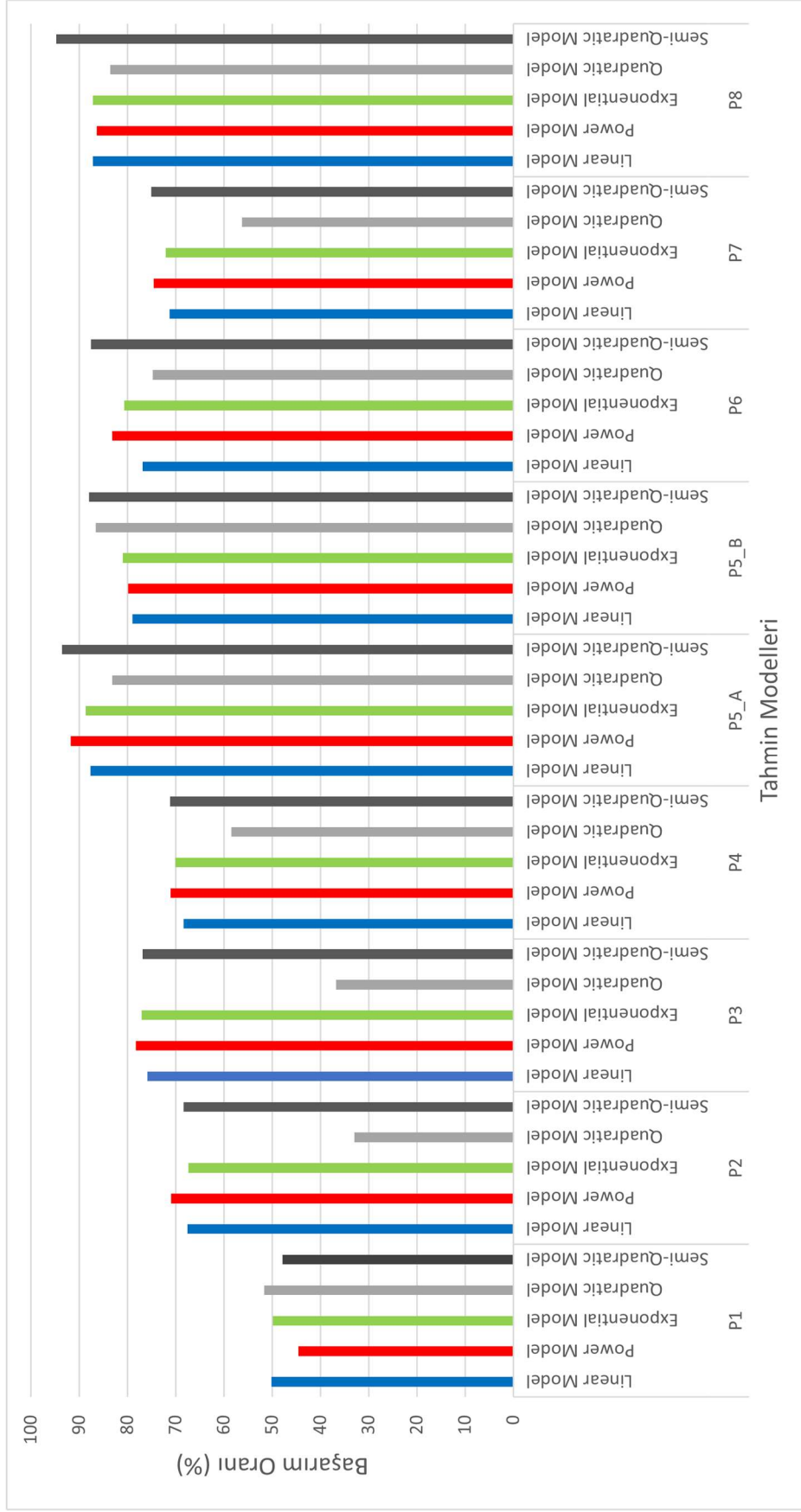
Yaklaşık maliyet tahmin modellerinin başarım değerlerinin karşılıklı olarak gösterimi aşağıda gösterilmiştir. Tahmin modellerinin matematiksel türlerine ait detaylı sonuçlar Şekil 3.2, Şekil 3.3, Şekil 3.4, Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da gösterilmiştir.

Çizelge 3.1. Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması.

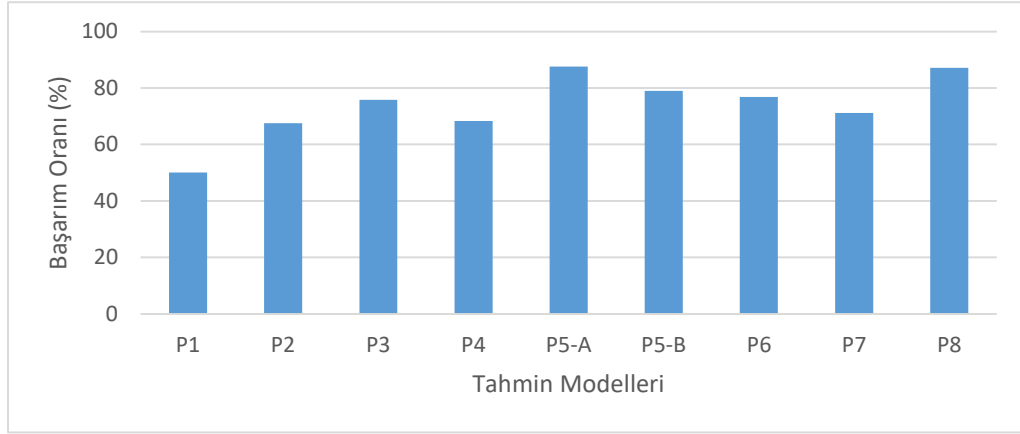
Tahmin Modeli	Matematiksel Model	Hata Oranı % (MAPE)	Başarım Oranı (%)
P1	Lineer Model	49,8879	50,1121
P1	Power	55,4981	44,5019
P1	Üssel	50,1259	49,8741
P1	Quadratik	48,3328	51,6672
P1	Semi Quadratik	52,1334	47,8666
P2	Lineer Model	32,5034	67,4966
P2	Power	29,0381	70,9619
P2	Üssel	32,6393	67,3607

Çizelge 3.1. (devamı) Tahmin Modellerinin Karşılaştırılması.

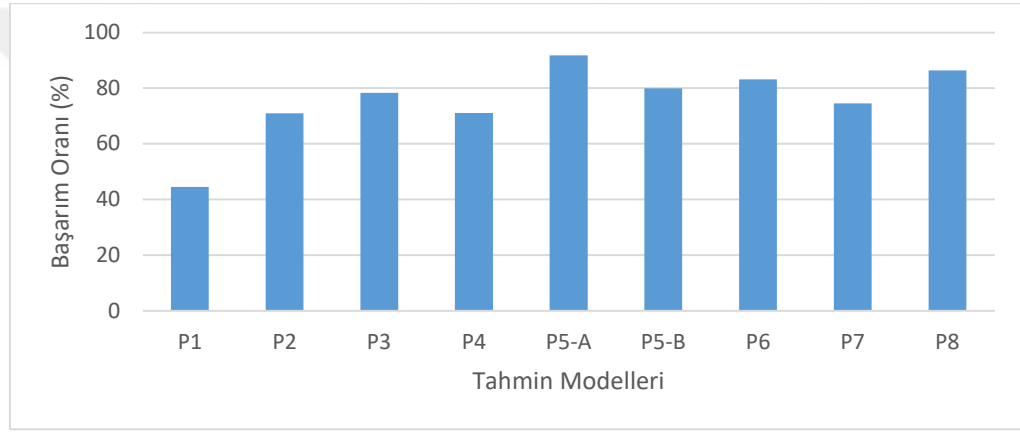
Tahmin Modeli	Matematiksel Model	Hata Oranı % (MAPE)	Başarım Oranı (%)
P2	Quadratik	67,0784	32,9216
P2	Semi Quadratik	31,666	68,334
P3	Lineer Model	24,1528	75,8472
P3	Power	21,7321	78,2679
P3	Üssel	22,9701	77,0299
P3	Quadratik	63,2241	36,7759
P3	Semi Quadratik	23,2018	76,7982
P4	Lineer Model	31,6567	68,3433
P4	Power	28,9159	71,0841
P4	Üssel	29,9647	70,0353
P4	Quadratik	41,6018	58,3982
P4	Semi Quadratik	28,8638	71,1362
P5-A	Lineer Model	12,3712	87,6288
P5-A	Power	8,2213	91,7787
P5-A	Üssel	11,3848	88,6152
P5-A	Quadratik	16,8238	83,1762
P5-A	Semi Quadratik	6,4406	93,5594
P5-B	Lineer Model	21,0385	78,9615
P5-B	Power	20,1276	79,8724
P5-B	Üssel	19,0635	80,9365
P5-B	Quadratik	13,4804	86,5196
P5-B	Semi Quadratik	12,1061	87,8939
P6	Lineer Model	23,1987	76,8013
P6	Power	16,8995	83,1005
P6	Üssel	19,3469	80,6531
P6	Quadratik	25,2143	74,7857
P6	Semi Quadratik	12,4558	87,5442
P7	Lineer Model	28,8066	71,1934
P7	Power	25,4928	74,5072
P7	Üssel	27,9331	72,0669
P7	Quadratik	43,7747	56,2253
P7	Semi Quadratik	24,9219	75,0781
P8	Lineer Model	12,8743	87,1257
P8	Power	13,6881	86,3119
P8	Üssel	12,8629	87,1371
P8	Quadratik	16,4764	83,5236
P8	Semi Quadratik	5,2782	94,7218



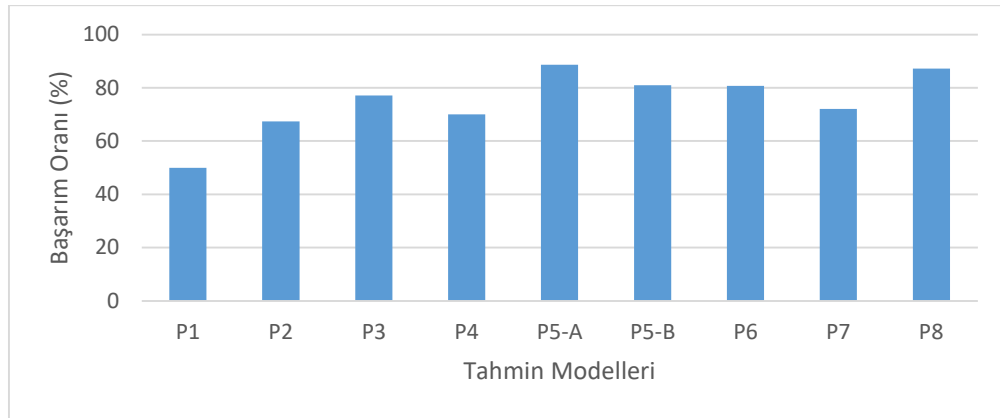
Şekil 3.1. Tahmin modelleri başarımlar grafiği.



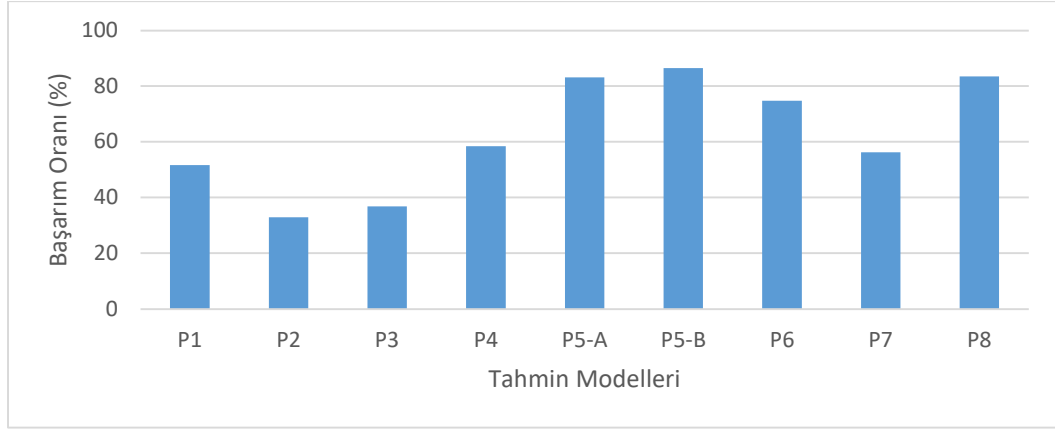
Şekil 3.2. Lineer model başarımlar grafiği.



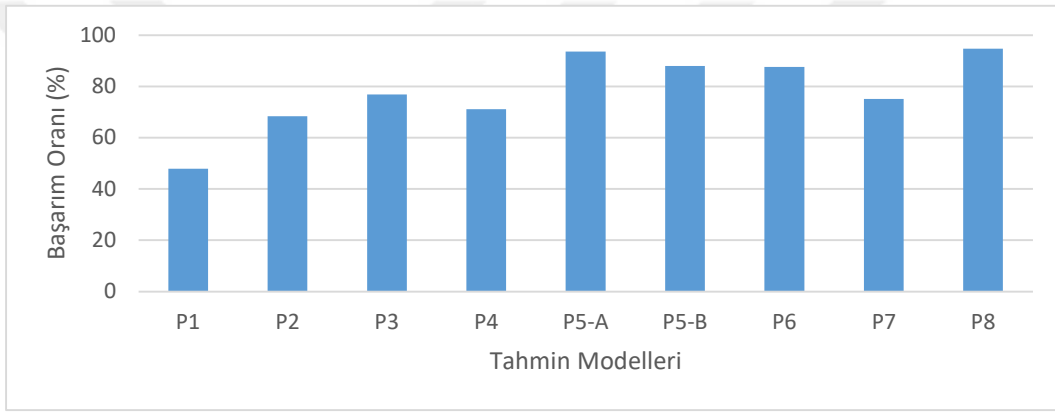
Şekil 3.3. Power model başarımlar grafiği.



Şekil 3.4. Üssel model başarımlar grafiği.



Şekil 3.5. Quadratik model başarımları grafiği.



Şekil 3.6. Semi quadratik model başarımları grafiği.

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yapılan bu tez çalışmasında; kamu sektöründe ülkemizde ihale edilmiş taşkın koruma projelerinin ihale öncesi yaklaşık maliyetinin hızlı ve doğru tahmin edilebilmesi için gerekli matematiksel modeller oluşturulmuştur.

Literatür incelemelerinde görüleceği üzere yapım projelerinin yaklaşık maliyetinin bulunmasına yönelik çok çeşitli çalışmalar mevcuttur. Yapılan bu çalışmaların büyük çoğunluğunu üst yapı projelerinin oluşturduğu görülmektedir. Taşkın koruma benzeri alt yapı projelerinin yaklaşık maliyetinin tespitine yönelik çalışmalara rastlanılmamıştır.

Bu tezde Türkiye’de 4734 sayılı Kamu İhale Kanunu kapsamında 2012 ile 2018 yılları arasında ihalesi gerçekleştirilen dere ve akarsu yatakları üzerinde yaygın olarak kullanılan beton, betonarme, kagir ve taş tahkimat kaplamalı taşkın koruma tesislerini içeren 88 adet çeşitli türdeki taşkın koruma projesi incelenerek yaklaşık maliyete etki eden bağımsız tüm faktörler (donatı, beton, kalıp, kazı, dolgu nakliye vs.) tespit edilmiştir. Yapılan çalışmada 9 ayrı tahmin modeli oluşturulmuş, oluşturulan bu modeller 5 ayrı matematiksel model ile analiz edilmiştir. Taşkın koruma projeleri gibi altyapı projelerinde P8 modelinde kullanılan beton imalatlar, kazı imalatları, taş işleri ve işin süresinin bilinmesi neticesinde oluşturulacak semi quadratik bir matematiksel model ile projeye ait Yaklaşık Maliyet bedelinin % 94,72’si oranında başarılı olarak tahmin edilebileceği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; taşkın koruma tesislerine ait projelerde hem planlama hem de uygulama aşamasında çok sayıda belirsizlik mevcuttur. Büyük bütçeli bu projelerin herhangi bir aşamasındaki maliyet tahminlerini yapmak yatırımcı için oldukça önemlidir. Bu çalışma ile yapay zeka teknikleri içerisinde yer alan çeşitli optimizasyon teknikleri ile kamunun veya özel sektörün yapacağı taşkın koruma gibi alt yapı projelerinde eldeki yetersiz veriler ile kısa süre içerisinde gerçeğe çok yakın yaklaşık maliyet bedellerinin bulunması mümkündür.

5. KAYNAKLAR

- [1] “4734 Sayılı Kamu İhale Kanunu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: <https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.4734.pdf>
- [2] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://www2.ihale.gov.tr/duyurular2012/2012_kamu_alımı_istatistikleri_rev.pdf
- [3] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://www2.ihale.gov.tr/Duyurular2012/2013_yılsonu_kamu_alımlari_istatistik_raporu.pdf
- [4] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://www2.ihale.gov.tr/Duyurular2012/2014_kamu_alımlari_raporu.pdf
- [5] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://dosyalar.kik.gov.tr/genel/Raporlar/2015_yil_sonu_kamu_alımlari_raporu_v2.pdf
- [6] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://dosyalar.kik.gov.tr/genel/Raporlar/kamu_alımlari_izleme_rapor_2016_yılsonu.pdf
- [7] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: http://dosyalar.kik.gov.tr/genel/Raporlar/2017_kamu_alımları_izleme_raporu_rev3.pdf
- [8] “Kamu Alımları İzleme Raporu”, (2022, 16 Haziran). Erişim: https://dosyalar.kik.gov.tr/genel/Raporlar/Kamu_alımları_izleme_raporu_2018_yılsonu_rev8.pdf
- [9] D. Arditi ve K. Suh, “Estimating system selection expert”, *Constr. Manag. Econ.*, c. 9, sayı 4, ss. 369–381, 1991.
- [10] A. E. Erdem, “Konut projelerinde, ön tasarım aşamasında, fonksiyonel elemanlara dayalı maliyet tahmini için bir model geliştirilmesi”, Yüksek lisans tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye 1996.

- [11] A. N. Güler, “2886 No’lu Devlet İhale Kanunu’nu dikkate alarak simülasyon yöntemi ile bir ihale stratejisi modelinin bilgisayar yardımı ile geliştirilmesi”, Doktora tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, 1988.
- [12] T. M. S. Elhag ve A. H. Boussabaine, “An artificial neural system for cost estimation of construction projects”, *Proc. 14th Annu. Arcom Conf.*, sayı 1, ss. 219–226, 1998.
- [13] G. H. Kim, S. H. An, ve K. I. Kang, “Comparison of construction cost estimating models based on regression analysis, neural networks, and case-based reasoning”, *Build. Environ.*, c. 39, sayı 10, ss. 1235–1242, 2004.
- [14] T. M. S. Elhag, A. H. Boussabaine, ve T. M. A. Ballal, “Critical determinants of construction tendering costs: quantity surveyors’ standpoint”, *Int. J. Proj. Manag.*, c. 23, sayı 7, ss. 538–545, Eki. 2005.
- [15] M. Akınbingöl ve A. T. Gültekin, “Bina üretimi yapım evresinde maliyet planlama ve denetimine yönelik bir maliyet yönetim modeli önerisi”, *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Derg.*, c. 20, sayı 4, ss. 499–505, 2005.
- [16] D. J. Lowe, M. W. Emsley, ve A. Harding, “Predicting construction cost using multiple regression techniques”, *J. Constr. Eng. Manag.*, c. 132, sayı 7, ss. 750–758, 2006.
- [17] B. Verlinden, J. R. Duflou, P. Collin, ve D. Cattrysse, “Cost estimation for sheet metal parts using multiple regression and artificial neural networks: a case study”, *Int. J. Prod. Econ.*, c. 111, sayı 2, ss. 484–492, Şub. 2008.
- [18] R. Sönmez, “Range estimation of construction costs using neural networks with bootstrap prediction intervals”, *Expert Syst. Appl.*, c. 38, sayı 8, ss. 9913–9917, Ağu. 2011.
- [19] A. Ashworth ve S. Perera, “Cost Studies of Buildings”, 6. Baskı, , Londra, İngiltere: Routledge Yayınevi, 2015, ss. 1-570.
- [20] N. I. El-Sawalhi ve O. Shehatto, “A Neural network model for building construction projects cost estimating”, *J. Constr. Eng. Proj. Manag.*, c. 4, sayı 4, ss. 9–16, 2014.
- [21] A. N. Ofori-Boadu, “Exploring regression models for forecasting early cost

- estimates for high-rise buildings”, *J. Technol. Manag. Appl. Eng.*, c. 31, sayı 5, ss. 1–24, 2015.
- [22] E. Dobrucalı, “Kamu bina inşaat ihalelerinde sözleşme bedelinin yapay zeka teknikleri ile belirlenmesi”, Doktora tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi, Sakarya, Türkiye 2018.
- [23] “EKAP (Elektronik Kamu Alımları Platformu)”, (2022, 1 Mart). Erişim: <https://ekap.kik.gov.tr/EKAP/Default.aspx?ReturnUrl=%2FEKAP%2F>
- [24] Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, "Taşkın kontrol duvarları genel teknik şartnamesi", Ankara, Türkiye, 2018.
- [25] “Fen Yüksek Kurulu Yaklaşık Maliyet Güncellemesi Kararı”, (2022, 1 Mart). Erişim: <https://webdosya.csb.gov.tr/db/yfk/icerikler/2018-31-20180828101916.pdf>
- [26] H. Pham, (Editör). “Springer Handbook of Engineering Statistics”, Londra, İngiltere: Springer London Yayınevi, 2006, ss. 1-1134.
- [27] D. George ve P. Mallery, "IBM SPSS Statistics 25 Step by Step", 15. Baskı. New York, Amerika: Taylor & Francis Yayınevi, 2019, ss. 114-115.
- [28] “Microsoft Excel Elektronik Tablo Yazılımı Microsoft 365”, (2022, 24 Şubat). Erişim: <https://www.microsoft.com/tr-tr/microsoft-365/excel>
- [29] R. H. Myers, D. C. Montgomery, ve C. M. Anderson-Cook, "Response Surface Methodology", 4. Baskı. Hoboken, New Jersey, Amerika: John Wiley & Sons, Inc. Yayınevi, 2016, ss. 1-50.
- [30] V. Ateş ve N. Barişçi, “Short-term load forecasting model using flower pollination algorithm”, *Isvos J.*, c. 1, sayı 1, ss. 22–29, 2017.
- [31] L. N. de Castro, “Fundamentals of natural computing: an overview”, *Phys. Life Rev.*, c. 4, sayı 1, ss. 1–36, 2007.
- [32] X. S. Yang, "Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms", 2. Baskı, İngiltere: Luniver Yayınevi, 2010, ss. 1-148.
- [33] J.H. Holland, "Adaptation in Natural and Artificial Systems", 1. Baskı, Ann Arbor, Michigan, Amerika: Michigan Üniversitesi Basımı, 1975, ss. 1-183.

- [34] X. S. Yang, "A new metaheuristic bat-inspired algorithm", *Stud. Comput. Intell.*, c. 284, ss. 65–74, 2010.
- [35] X.-S. Yang, "Nature-inspired optimization algorithms", 1. Baskı, , Londra, İngiltere: Elsevier Inc, 2014, ss. 1-263.
- [36] X.-S. Yang, "Flower pollination algorithm for global optimization", *International conference on unconventional computing and natural computation*, 2012, ss. 240–249.
- [37] "BBC - Earth News - How flowers conquered the world", (2022, 14 Temmuz). Erişim: http://news.bbc.co.uk/earth/hi/earth_news/newsid_8143000/8143095.stm
- [38] J. D. Ackerman, "Abiotic pollen and pollination: Ecological, functional, and evolutionary perspectives", *Plant Syst. Evol.*, c. 222, sayı 1–4, ss. 167–185, 2000.
- [39] D. P. Abrol, "Pollination Biology: Biodiversity conservation and agricultural production", New York, Amerika: Springer, 2011, ss. 111-114.
- [40] J. W. Thompson, "A note on the Lévy distance", *J. Appl. Probab.*, c. 12, sayı 2, ss. 412–414, 1975.
- [41] I. Pavlyukevich, "Lévy flights, non-local search and simulated annealing", *J. Comput. Phys.*, c. 226, sayı 2, ss. 1830–1844, 2007.
- [42] M. Sharawi, E. Emary, I. Saroit, H. Saroit, ve El-Mahdy, "Flower pollination optimization algorithm for wireless sensor network lifetime global Optimization", *Appl. Soft Comput.*, ss. 2231–2307, 2014.
- [43] N. Sakib, M. Wasi Ul Kabir, M. Subbir Rahman, ve M. Shafiul Alam, "A comparative study of flower pollination algorithm and bat algorithm on continuous optimization problems", *Int. J. Appl. Inf. Syst.*, c. 7, sayı 9, ss. 20–19, 2014.
- [44] G. M. Platt ve G. M. Platt, "Computational experiments with flower pollination algorithm in the calculation of double retrograde dew points", *Int. Rev. Chem. Eng.*, c. 6, sayı 2, ss. 95–99, 2014.
- [45] S. Łukasik ve P. A. Kowalski, "Study of flower pollination algorithm for continuous optimization", *Adv. Intell. Syst. Comput.*, c. 322, ss. 451–459, 2015.
- [46] G. Bektas ve S. M. Nigdeli, "Betonarme istinat duvarlarının çiçeklerin tozlaşma algoritması ile optimizasyonu", *XIX. Ulusal Mekanik Kongresi*, Trabzon, Türkiye,

2015, ss. 1070-1075

- [47] E. Nabil, “A modified flower pollination algorithm for global optimization”, *Expert Syst. Appl.*, c. 57, ss. 192–203, 2016.
- [48] R. Wang, Y. Zhou, S. Qiao, ve K. Huang, “Flower pollination algorithm with bee pollinator for cluster analysis”, *Inf. Process. Lett.*, c. 116, sayı 1, ss. 1–14, 2016.
- [49] A. A. Zaki Diab ve H. Rezk, “Global MPPT based on flower pollination and differential evolution algorithms to mitigate partial shading in building integrated pv system”, *Sol. Energy*, c. 157, ss. 171–186, 2017.



ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Deniz YILDIZ

Yabancı Dili : İngilizce

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Lisans	İnşaat Müh.	Harran Üniversitesi	2000
Lise		Kars Alpaslan Lisesi	1995

YAYINLAR

- 1- Akbıyıklı, R., Yıldız, D., & Genç, Ö. “İnşaat projelerinde sağlık ve güvenlik maliyetleri: bir literatür taraması”, *III. UMH Bilmes 2020*, Çevrimiçi, , ss. 121-132, 2020.
- 2- Yıldız, D., Akbıyıklı, R., Ateş V., “Taşkın koruma projelerindeki yaklaşık maliyet belirsizliklerinin yapay zeka teknikleri kullanılarak tahmini”, *Baskent 2 nd. International Conference on Multidisciplinary Studies*, Ankara, Türkiye, c. 1, ss. 19-27, 2022.