

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SU TEMİNİ SİSTEMLERİNDE POMPA İSTASYONLARININ PERFORMANSININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

MUSTAFA GÜNDOĞAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ŞUBAT – 2017

Tezin Başlığı: Su Temini Sistemlerinde Pompa İstasyonlarının Performansının
Değerlendirilmesi

Tezi Hazırlayan: Mustafa GÜNDOĞAR

Sınav Tarihi: 24.02.2017

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri Üyeleri

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mahmut FIRAT

.....

İnönü Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Apdulmutalip ŞAHİNASLAN

.....

İnönü Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Turgay DERE

.....

Adıyaman Üniversitesi

Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Su Temini Sistemlerinde Pompa İstasyonlarının Performansının Değerlendirilmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Mustafa GÜNDOĞAR

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SU TEMİNİ SİSTEMLERİNDE POMPA İSTASYONLARININ PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Mustafa GÜNDOĞAR

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı

91 + ix sayfa

2017

Danışman: Doç. Dr. Mahmut FIRAT

Su temini sistemlerinin verimli bir şekilde işletilmesi ve yönetilmesinde çeşitli faktörler rol oynamaktadır. Özellikle terfili sistemlerde yanlış pompa seçimi aşırı enerji tüketimine ve sistemin verimsiz çalışmasına sebep olmaktadır. Bu çalışmada, mevcutta hizmet veren terfi istasyonlarının değerlendirilmesi, enerji verimliliği açısından analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için Adıyaman ve Malatya ili terfi istasyonları uygulama alanı olarak seçilmiştir. Farklı özelliklere (kurulu güç, terfi debisi, terfi yüksekliği vb.) sahip mevcut terfi istasyonları değerlendirilmiş, yeni güç hesabı yapılarak yeni pompa seçilmiştir. Mevcut ve yeni pompa seçeneklerine göre kazanılan güç ve işletme maliyetleri analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında ayrıca, çok-ölçütlü karar analizi yöntemi olan Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi ile terfi istasyonların yapısal ve teknik olarak değerlendirilmiştir. Bunun için, pompa istasyonu, yapısal durumu ve iletim hattı ana faktörleri, pompa fiziksel, pompa işletme, teknoloji, pompa binası ve depo binası gibi alt faktörler göz önünde bulundurulmuştur. AHP yöntemi ile bu faktörler için ağırlık katsayıları hesaplanmıştır. Adıyaman ili uygulama alanında 10 pompa istasyonu ile AHP yöntemi ile yapısal ve teknik değerlendirme analizi gerçekleştirilmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: İçme suyu temini, su temini sistemleri, pompa istasyonları, enerji verimliliği, Analitik Hiyerarşi Proses, performans değerlendirme

ABSTRACT

Msc Thesis

EVALUATION OF PERFORMANCE OF PUMPING STATIONS AT WATER SUPPLY SYSTEM

Mustafa GÜENDOĞAR

Inonu University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Civil Engineering

91 + ix pages

2017

Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Mahmut FIRAT

Various factors play an important role in the efficient operation and management of water supply systems. Especially, wrong pump selection at pumped water supply system causes to excessive energy consumption and inefficient operation of system. In this study, evaluation of existing pumping systems and stations providing service at water supply system and analyzing of energy efficiency of systems were aimed. For this aim, pumping stations located in Adıyaman and Malatya cities were selected as case study. Existing pumping stations having different characteristics (e.g. installation power, pumping discharge, pumping head etc.) was evaluated and alternative pumps were selected by carrying out new power calculation. Power recoveries and operating costs were analyzed according to existing and new pumps alternatives. Moreover, in this study, multi-criteria decision analysis approach, named Analytical Hierarchy Process (AHP) method was applied for evaluation of structural and technical condition of pumped water systems. For this aim, main factors such as pumping station, building condition and transmission lines, sub-factors such as pumping physical, pumping operating and technology, pumping station building, water tank building were considered. The weights for all factors were calculated by AHP method and structural and technical condition evaluation analysis was carried out for stations located in Adıyaman.

KEYWORDS: Water Supply System, pumping stations, energy efficiency, Analytical Hierarchy Process, Performance evaluation

TEŞEKKÜR

Bu araştırma sürecinde değerli bilgi ve tecrübeleriyle desteğini esirgemeyen danışman hocam Doç. Dr. Mahmut FIRAT' a sonsuz teşekkürlerimi ve saygılarımı arz ederim.

Yüksek Lisans süreci boyunca ihtiyacım olan bilgi ve veri birikimini paylaşan, yol gösteren ve yardımını esirgemeyen Malatya Belediyesi Su ve Kanal İşleri (MASKİ) Genel Müdürlüğüne;

Adıyaman ili belde ve köylere ait terfi istasyonları verilerinin temin edilmesinde desteklerinden dolayı Adıyaman İl Özel İdaresi personeline ve bilgi tecrübesini esirgemeyen İnş. Yük. Müh. Erkan YAĞIZATLI' ya;

Tezin analiz kısmında desteklerinden dolayı İnşaat Mühendisi (Yüksek Lisans Öğrencisi) Cansu ORHAN, Öğr. Gör. Mahmut AYDOĞDU'ya;

Ayrıca eğitim-öğretim hayatım boyunca bana her konuda destek veren çok kıymetli Ailem'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi, İÜ-BAP 2016/23 numaralı projesi ile desteklenmiştir. Desteklerinden dolayı İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	ÖZET	iii
	ABSTRACT	iv
	TEŞEKKÜR	v
	İÇİNDEKİLER	vi
	ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
	ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.	GİRİŞ	1
2.	KAYNAK ÖZETLERİ	4
3.	YÖNTEM: Analitik Hiyerarşi Proses (AHP)	9
4.	Çalışma Alanı ve Veri	14
4.1.	Çalışma Alanı: Adıyaman	14
4.2.	Çalışma Alanı: Malatya	19
5.	Pompa İstasyonlarının Analizi	21
5.1.	Pompa İstasyonlarının Karakteristik Özellikleri	21
5.2.	Mevcut Pompa İstasyonları için Yeni Güç Hesapları	31
5.3.	Seçilen Pompa İstasyonlarının Yenilenmesi ve Ekonomik Analizi	38
5.3.1.	Çadırkent terfi istasyonu fayda maliyet analizi	39
5.3.2.	Kahta Narince köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi	41
5.3.3.	Kahta Çayı terfi istasyonu fayda maliyet analizi	43
5.3.4.	Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonu fayda maliyet analizi	45
5.3.5.	Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu fayda maliyet analizi	47
5.3.6.	Adıyaman Kırkgöz terfi istasyonu fayda maliyet analizi	49
5.3.7.	Adıyaman Olgunlar köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi	51
5.3.8.	Adıyaman Pınaryayla köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi	53
5.3.9.	Adıyaman Durak köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi	55
5.3.10.	Adıyaman Hasancık köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi	57
5.3.11.	Adıyaman İli terfi istasyonlarının yenilenecek pompalara göre toplam tasarruf miktarı	59
6.	Terfili Sistemlerin AHP Yöntemi İle Teknik ve Yapısal Olarak Değerlendirilmesi	60
7.	SONUÇLAR	86
8.	KAYNAKLAR	89
	ÖZGEÇMİŞ	91

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Terfili iletim sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için Hiyerarşik yapı	10
Şekil 3.2.	Terfi sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için akış diyagramı	13
Şekil 4.1.	Uygulama alanı genel görünümü veri tabanı genel görünümü	14
Şekil 4.2.	Adıyaman ve çevresinin genel topoğrafik haritası	16
Şekil 4.3.	Şehir merkezinde hizmet veren Kırkgöz terfi merkezi genel görünümü	17
Şekil 4.4.	Adıyaman İlindeki pompa istasyonları dağılımı	18
Şekil 4.5.	Harita üzerinde oluşturulan veri tabanı çalışması ekran görüntüsü	18
Şekil 4.6.	Malatya Uygulama alanı genel görünümü	20
Şekil 5.1.	Çalışma alanında pompaların türlerine göre dağılımı	22
Şekil 5.2.	Uygulama bölgesindeki pompaların yaş dağılımı	24
Şekil 5.3.	Uygulama bölgesindeki pompaların terfi debilerine göre dağılımı	25
Şekil 5.4.	Uygulama bölgesindeki pompaların güce göre dağılımı	27
Şekil 5.5.	Adıyaman ve Malatya İli Belde ve köylerde pompaların hizmet ettiği nüfusa göre dağılımı.....	29
Şekil 5.6.	Adıyaman İli belde ve köylere ait pompa istasyonlarının güç hesabı grafiği...	32
Şekil 5.7.	Adıyaman İli merkez ve ilçelere ait pompa istasyonlarının güç hesabı grafiği	33
Şekil 5.8.	Uygulama alanında yer alan pompa istasyonları için güç kazanımları	35
Şekil 5.9.	Uygulama bölgesinde pompa istasyonlarının işletme maliyeti kazanımları ...	37
Şekil 5.10.	Çadirkent terfi istasyonu boy kesiti	39
Şekil 5.11.	Kahta Narince terfi istasyonu boy kesiti	41
Şekil 5.12.	Kahta Çayı terfi istasyonu boy kesiti	43
Şekil 5.13.	Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonu boy kesiti	45
Şekil 5.14.	Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu boy kesiti	47
Şekil 5.15.	Kırkgöz terfi istasyonu boy kesiti	49
Şekil 5.16.	Olgunlar terfi istasyonu boy kesiti	51
Şekil 5.17.	Pınaryayla terfi istasyonu boy kesiti	53
Şekil 5.18.	Durak terfi istasyonu boy kesiti	55
Şekil 5.19.	Hasancık terfi istasyonu boy kesiti	57
Şekil 6.1.	Terfi sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için akış diyagramı	61
Şekil 6.2.	Terfili iletim sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için Hiyerarşik yapı	62

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Saaty (1980) tarafından önerilen AHP puanlandırma tablosu.....	11
Çizelge 3.2.	Örnek ikili karşılaştırma puanlandırılması ve matrisi	11
Çizelge 4.	Adıyaman İli ilçe, köy, mahalle ve belde sayısı	15
Çizelge 5.1.	Seçilen pompa istasyonlarının karakteristik bilgileri	38
Çizelge 5.2.	Çadırkent Pompa İstasyonu	40
Çizelge 5.3.	Kahta Narince Pompa İstasyonu	42
Çizelge 5.4.	Kahta Çayı Pompa İstasyonu	44
Çizelge 5.5.	Kahta Değirmenbaşı Pompa İstasyonu.....	46
Çizelge 5.6.	Gölbaşı Organize Sanayi Pompa İstasyonu.....	48
Çizelge 5.7.	Kırkgöz Pompa İstasyonu.....	50
Çizelge 5.8.	Olgunlar Pompa İstasyonu.....	52
Çizelge 5.9.	Pınaryayla Pompa İstasyonu.....	54
Çizelge 5.10.	Durak Pompa İstasyonu.....	56
Çizelge 5.11.	Hasancık Pompa İstasyonu	58
Çizelge 5.12.	Adıyaman İli için seçilen istasyonların fayda maliyeti hesabı	59
Çizelge 6.1.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde Etkili ana faktörlerin ikili karşılaştırılması	63
Çizelge 6.2.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İstasyonu faktörlerinin ikili karşılaştırılması	63
Çizelge 6.3.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Yapısal Durum faktörlerinin ikili karşılaştırılması	63
Çizelge 6.4.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Fiziksel alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	63
Çizelge 6.5.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İşletme alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	64
Çizelge 6.6.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Teknoloji alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	64
Çizelge 6.7.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	64
Çizelge 6.8.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Depo Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	65
Çizelge 6.9.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Terfi Hattı faktörlerinin ikili karşılaştırılması	65
Çizelge 6.10.	Saaty (1980) tarafından önerilen AHP puanlandırma tablosu	65
Çizelge 6.11.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde Etkili ana faktörlerin ikili karşılaştırılma Puanları	66
Çizelge 6.12.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İstasyonu alt faktörlerinin ikili karşılaştırılma Puanları	66
Çizelge 6.13.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Yapısal Durum alt faktörlerinin ikili karşılaştırılma Puanları	67
Çizelge 6.14.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Fiziksel alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	67
Çizelge 6.15.	Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İşletme alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	67

Çizelge 6.16. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Teknoloji alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	68
Çizelge 6.17. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	68
Çizelge 6.18. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Depo Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	69
Çizelge 6.19. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Terfi Hattı alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması	69
Çizelge 6.20. Ana ve alt faktörler için belirlenen ağırlık katsayıları	70
Çizelge 6.21. Ana ve alt faktörler için belirlenen ağırlık katsayıları	71
Çizelge 6.22. Faktörlerin alt bileşenlerine ait puanlandırmalar	73
Çizelge 6.23. Boru yapısal durumu değerlendirilmesi için seçilen boru elemanları ve özellikleri	77
Çizelge 6.24. Boru yapısal durumu değerlendirilmesi için seçilen boru elemanları ve özellikleri	78
Çizelge 6.25. Terfi sistemi Pompa Fiziksel Puan (PFP) değerleri	79
Çizelge 6.26. Terfi sistemi için Teknoloji (TEP) değerleri	79
Çizelge 6.27. Terfi sistemi için Pompa İşletme Puanı (PIP) değerleri	80
Çizelge 6.28. Terfi sistemi için Pompa Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri	81
Çizelge 6.29. Terfi sistemi için Depo Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri	81
Çizelge 6.30. Terfi sistemi için Pompa İstasyon Faktörü Puanı (PIFP) değerleri	82
Çizelge 6.31. Terfi sistemi için Yapısal Durum Faktörü Puanı (YDFP) değerleri	82
Çizelge 6.32. Terfi sistemi için Terfi Hattı Puanı (THP) değerleri	83
Çizelge 6.33. Terfi Sistemi Değerlendirme Puanı (TSD) değerleri	84
Çizelge 6.34. Boruların değerlendirilmesinde sınıf aralıkları	84

1. GİRİŞ

Su ve atıksu gibi kentsel alt yapı sistemleri bir yerleşim yerinin en önemli yapılarındandır. Su dağıtım sistemlerinde tüketiciye en iyi hizmeti vermek için sistemin iyi bir şekilde işletilmesi gerekmektedir. Dünya genelinde ve Ülkemizde coğrafi şartlara bağlı olarak su iletim sistemlerinde su pompaları kullanılmaktadır. Dünyada tüketilen elektrik enerjisinin yaklaşık %20' lik kısmının pompa sistemlerinde kullanıldığı birçok kaynakta belirtilmiştir (Henden vd., 2009). İstatistik verileri, enerji verimliliği araştırmalarında pompa sistemlerinin önemini göstermiştir.

Su temini sistemlerinde işletme maliyeti çeşitli sebeplere bağlı olarak artmaktadır. Bunlar temel olarak;

- Terfi istasyonlarının bakım onarım maliyeti
- Terfi istasyonlarının enerji tüketimlerinden dolayı sistemin işletme maliyeti
- Eski sistemlerde mevcut pompa istasyonların eski olmasından dolayı verimsiz çalışması
- Eski sistemlerde gerekenden daha büyük güce sahip pompaların seçilmiş olması
- Terfi hattındaki boruların eskimesinden kaynaklanan enerji kayıplarının fazla olması
- Depo ve iletim hatlarında sızıntılardan dolayı su kayıplarının meydana gelmesi ve buna bağlı olarak sisteme daha fazla debi verilmesi
- Özellikle kırsal kesimlerde su temini sistemlerinden insan ihtiyacı dışında (hayvan su ihtiyacı ve sulama) kullanımların olması şeklinde verilebilir.

Su temini sistemlerinin daha verimli işletilebilmesi için yukarıda bahsedilen maliyetleri düşürülmesi oldukça önemlidir. Özellikle eski sistemlerde yüksek kayıplarının fazla olması hem enerji hem de su kaybı açısından Su ve Kanal idarelerine önemli yük getirmektedir.

Mevcutta hizmet veren su temini sistemlerinin daha verimli hale getirilmesi ve etkin bir işletme çalışması için;

- Mevcut sistem hakkında yeterli bilgiye sahip olunması
- İletim hattının fiziksel koşullarının yerinde yapılacak denetimlerle tespit edilmesi
- Terfi istasyonlarının karakteristiklerinin analiz edilmesi
- Depo ve elemanlarının yerinde incelenerek olumsuz sonuçlar ortaya çıkaracak unsurların tespit edilmesi
- Hizmet edilen nüfusa bağlı olarak ihtiyaç debisi hesaplanarak terfi süresi ve terfi debisinin gerçek saha koşullarına uygun belirlenmesi gibi önemli analizlerin ve değerlendirmelerin gerçekleştirilmesi oldukça büyük önem taşımaktadır.

Yapılan bu tez çalışmasının amacı temel olarak şu şekilde verilebilir;

- Halihazırda hizmet veren mevcut pompa istasyonlarının fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi ve enerji tüketimine etkisinin incelenmesi
- Mevcut pompa istasyonlarının enerji tüketimlerinin değerlendirilmesi ve enerji verimliliklerinin analiz edilmesi
- Bu istasyonlarda depo ve iletim hatlarının fiziksel özelliklerinin değerlendirilmesi ve enerji tüketimine etkisinin incelenmesi
- Çeşitli faktörlere göre uygulama alanında seçilen pompa istasyonlarının teknik olarak durumunun değerlendirilmesinde çok ölçülü karar verme yaklaşımı olan Analitik Hiyerarşi Proses yöntemi uygulanması
- Bu istasyonlar için yeniden pompa seçimi, sistem ve elemanlarının yenilenmesi durumları için fayda-maliyet analizinin gerçekleştirilmesi
- Bu istasyonlar için amorti süresinin belirlenmesi ve enerji verimliliklerinin değerlendirilmesi

Tez çalışması kapsamında yukarı verilen amaçların gerçekleştirilmesi için temel olarak aşağıdaki faaliyetler gerçekleştirilmiştir;

- Uygulama bölgesinde yer alan mevcut pompa istasyonlarının envanterinin çıkarılması
- Terfi hatlarının bilgilerinin toplanması
- Hizmet edilen nüfus bilgileri ve terfi debilerinin belirlenmesi
- Pompaların fiziksel karakteristiklerinin elde edilmesi
- Pompaların enerji tüketimlerinin çıkarılması
- Pompa karakteristik eğrilerinin oluşturulması
- Pompaların kurulu güç, pompa türü, pompa yaşı, terfi debisi vb. koşullara göre değerlendirilmesi
- Mevcutta hizmet veren sistemlerin için yeniden güç hesabının yapılması ve pompa seçimi
- Verimsiz çalışan pompa istasyonlarının tespit edilmesi
- Uygulama alanında verisine ulaşılabilen ve en fazla kurulu güce sahip 10 adet pompa istasyonu için sahada verilerin toplanması
- Bu istasyonlarda, pompa özellikleri, iletim hattı bilgileri ve depo özellikleri temel alınarak teknik durum değerlendirmesi yapılması
- Bu istasyonlar için yeniden pompa seçimi ve yenilenmesi, iletim hattı yenilenmesi ve depo rehabilitasyonu koşulları için fayda maliyet analizinin gerçekleştirilmesi ve amorti sürelerinin belirlenmesi.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Al-Barqawi vd. (2008) yaptığı çalışmada, Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada’ da bulunan belediyelerde su temini altyapılarının yenilenmesi durumunun AHP yöntemi ile bir değerlendirilmesi ile kıyaslama yapmıştır. Mevcut şebekelerin yenilenmesi ile ilgili ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiş ve tartışılmıştır.

Cabrera vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, su şebekelerinin enerji denetimi incelenmiştir. Su şebekelerindeki kayıp ve kaçakların boşa ne kadar enerji kaybettirdiğinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Enerji denetimi için sistem performansı fayda maliyet analizi yapılarak gösterilmiştir.

Carriço vd. (2014) yaptıkları çalışmada, su temini sistemlerinde enerji verimliliği süreçleri nasıl yönetilir konusunda araştırma yapılmıştır. Enerji verimliliği değerlendirmek için dört performans indeksi ile su iletim hattının hidrolik enerji dengesi metodu kullanılmıştır. Çalışma enerji performansı yüksek hatları tanımlayarak sürdürülebilir enerji verimliliğine katkı sunmayı amaçlamıştır.

De Benedictis vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, Amerika Birleşik Devletlerinin Kaliforniya eyaleti için operasyonlu enerji verimliliği programı uygulaması yapılmıştır. Çalışma için toplanan hacim verilerinin regresyon temelli yaklaşımlarla optimize edilerek enerji verimliliği hesaplanmıştır.

Dziedzic ve Karney (2014) yaptığı çalışmada, su dağıtım şebekelerinde enerji ölçümleri değerlendirilmiştir. Sistemin haritalama ile coğrafik verileri bütünleştirerek anlık işletim sağlanması sonucu enerji verimliliğinin denetimi ve ölçümlerinin sağlanması sonucuna ulaşılmıştır.

El-Abbasy vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada, Amerika Birleşik Devletlerinde 2013 yılında altyapı rapor kartı ‘D’ ile derecelendirilince, su dağıtım şebekeleri için bakım rehabilitasyon değerlendirilmeleri yapılmıştır. Bu değerlendirme yapılırken AHP ve bulanık analitik ağ yöntemi kullanılmıştır.

Ennaouri vd. (2013) kanalizasyon sistemlerinin hem hidrolik hem de yapısal yönden bir değerlendirilmesini yapmıştır. Çalışmada yöntem olarak analitik hiyerarşi süreci (AHP) kullanılmıştır.

Ertöz (2003) tarafından yapılan çalışmada, dünyada enerji verimliliği ile ilgili yapılan çalışmalar hakkında bilgi verilmiş olup, pompaların enerji verimliliğini artırma yolları incelenmiştir. Sonuçta pompa ve tesisi seçiminde daha özen gösterilerek daha verimli ve daha az enerji sarfiyatı getiren sistemlerin kullanılması gerekliliği vurgulanmıştır.

Fecarotta vd. (2014) yaptığı çalışmada, su dağıtım şebekeleri hidroelektrik potansiyeli ve pompalar ile basınç kontrolünü araştırmıştır. Çalışmada su dağıtım ve iletim sistemlerinde kaçak kontrolü ve boru hasarlarının önlenmesi için standartların iyileştirilmesi araştırılmıştır.

Fontana vd. (2012) tarafından yapılan çalışmada, basınç düşürücü aletlerin ve pompaların verimliliğini artırmak amacıyla bir dizi araştırma yapılmıştır. Çalışma alanı olarak İtalya' nın Napoli şehri su dağıtım şebekesi alınmıştır. Bölge içerisindeki enerji geri dönüşümü çalışmaları yapılmıştır. Çalışmada boru, vana ve diğer ekipmanların yaşının sistem üzerindeki olumsuz etkisi vurgulanmıştır. Ayrıca su dağıtımında yanlış yönetimin (yüksek basıncın) su kayıpları ve dolayısıyla enerji verimliliğine etkisi üzerinde durulmuştur. Napoli şehrinde aşırı basınç yerine genetik algoritmalar kullanılarak optimum basıncın sisteme verilmesinin enerji verimliliği ve su kayıplarının azalması açısından daha uygun olacağı sonucuna ulaşılmıştır.

Frijns vd. (2015) yaptıkları çalışmada, su iletim sistemlerin enerjinin geri kazanımı ile ilgili bir araştırmadır. Su temini sisteminde söz konusu enerji potansiyelinin araştırılması için 4 çeşit hesap yöntemi geliştirilmiştir. Bunlardan birincisi hidroelektrik enerjisinin değerlendirilmesi, ikincisi pompa depo ve iletim hattının seçiminden kaynaklı enerji verimliliği potansiyeli, üçüncüsü türbinlerde optimizasyon hesabı yapılarak ve son olarak kentsel su iletim ağının enerji potansiyelinin hesaplanması incelenmiştir.

Hashemi vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, boru sistemlerinde enerji ölçümleri yapılması ve iki basit sistemde uygulama yaparak kullanımı gösterilmiştir. Çalışmada borularda taşınan debilerin enerji verimliliğindeki etkisi üzerinde durulmuştur. Su dağıtım sisteminde performans analizi yapılmıştır.

Henden ve Karaman (2009) tarafından yapılan çalışmada, pompalarda enerji verimliliği minimum indeksinin belirlenmesi araştırılmıştır. Dünya elektrik enerjisinin yaklaşık % 20' sinin pompalar tarafından tüketildiği bilgisi verilmiş olup, çalışmanın önemi vurgulanmıştır. Avrupa Birliği Komisyon'u tarafından (EU) 547/2012 nolu "Su Pompaları İçin Ekotasarım Uygulama Direktifi" hakkında bilgi verilmiş olup, pompalar için minimum verim indeks (MEI) adı altında pompa verimlerini karşılaştırmaya yarayan boyutsuz bir sayı oluşturulduğu pompaların verimlerine göre 0 ile 0.7 arasında olan bu değerin yüksek olması pompa veriminin daha yüksek olduğunu gösterdiği bildirilmiştir.

Karney vd. (2010) yaptığı çalışmada, su ve enerji kayıplarının beraber ölçümleri araştırılmıştır. Kentsel su iletim hatlarında enerji kullanımını etkileyen unsurlar araştırılmıştır. Pompaların enerji verimliliğinin sisteme etkisi, iletim hattındaki sürtünme etkisi ve su kayıplarının etkisi incelenmiştir. Sorunların tespiti ve çözüm önerileri tartışılmıştır.

Kavurmacı ve Üstün (2016) tarafından yapılan çalışmada, çok kriterli karar verme analizi ve Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak su kalitesi hakkında bir değerlendirme yapılmıştır. 21 adet sulama kuyusundan veriler analitik hiyerarşi süreci (AHP) ile değerlendirilmiştir.

Mamade vd. (2015) gerçek bir su dağıtım şebekesinde enerji denetim planının gerçekleştirilmesini incelemiştir. Metrik hesaplama yöntemi ile %25 oranında sistemin enerji kaybı tespit edilmiştir. Su kayıplarının azaltılmasının önemi sonuçlara yansımıştır.

Mamo vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, belediyelerin sıklıkla karşılaştıkları sorunlardan bir olan altyapı sistemlerinin bakım onarım sürecinde yaşanan problemleri çözmek amacıyla bir değerlendirme yapılmıştır. Çalışmada Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (FAHP) karar yaklaşımı yöntemi kullanılmıştır. Şebekelerde rehabilitasyon stratejilerinin değerlendirilmesinde oldukça faydalı sonuçlara ulaşılmıştır.

Papa vd. (2010) tarafından yapılan çalışmada, su ve enerji kayıpları için birleşik yöntemler araştırılmıştır. Verimlilik kriteri olarak ihtiyaç olan su ve teslim edilen su miktarı olarak tespit edilmiştir. Ontario Belediyesinde yapılan çalışmada gereksiz yüksek basınç, düşük verime neden olan ayarsız vanalar, gibi olumsuzluklar tespit edilmiş ve bilgi verilmiştir.

Papa vd. (2015) yaptığı çalışmada, enerji verimliliği ve performans göstergeleri araştırılmıştır. Pompaların güncel performansının doğru hesaplanması üzerinde durulmuştur. Meksika’ da yapılan çalışmada pompaların çalışma parametreleri toplanarak enerji performansı hesaplanmıştır. Sonuçlarda ilgili kurumlara yön verecek şekilde paylaşılmıştır.

Scanlan ve Filion (2015) yaptığı çalışmada, pompa ve su dağıtım sistemlerinde son yıllarda ne kadar enerji israf edildiğinin tespiti için enerji göstergelerinin ortaya konması hedeflenmiştir. Metod olarak basınç ve debi verileri ile hazırlanan hidrolik modelleme kullanılmıştır. Ayrıca Hazen - Villiams denklemi ile sürtünme kayıpları bulunmuştur. Sonuçta sürtünme kayıplarının azaltılması ile verimliliğin arttığı tespit edilmiştir.

Türkmen (2011) yaptığı çalışmada, yeşil binalarda pompa isimli çalışmada pompa sistemleri hakkında genel bilgiler verilmiş olup daha sonrasında enerji verimliliği araştırılmıştır. Özel bir şirket bünyesindeki yaşam alanında yapılan çalışmada enerji tasarrufu sonrası tespit edilen elektrik tasarrufu 245.610 Dolar/Yıl olduğu tespit edilmiştir.

Vilanova vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, geleneksel su temini yöntemlerinde enerji verimliliği ve tasarrufu alanında kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Su iletim hattındaki enerji potansiyellerinin nasıl verimli hale getirilebilir ve sürdürülebilir çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

Vilanova ve Balestieri (2015) yaptığı çalışmada, su dağıtım şebekelerinde enerji verimliliği için mevcut optimizasyon teknikleri ve geliştirilebilir teknikler üzerinde durmuştur. Su dağıtım sisteminde potansiyel enerji araştırılmıştır. Çalışmada üç teknik önerilmiştir. Bunlar su dağıtım sisteminin potansiyel enerjisi ve geri kazanılabilir enerjisi, pompaların en uygun hale getirilmesi ve hidrolik parametrelerin optimizasyonu şeklindedir.

Xu vd. (2013) tarafından yapılan çalışmada, kentsel su dağıtım şebekelerinde basınç yönetimi ile su ve enerji tasarrufu araştırılmıştır. Çalışma alanı olarak Çin' in Pekin kenti su dağıtım şebekesinin bir bölümü araştırılmıştır. Su kaçaklarının enerji ile ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada yapılan deneysel modelleme ile basınç ile su kaçaklarının siteme verdiği etkiler ölçülüp raporlanarak yöneticilerin bilgisine sunulmuştur.

Yumurtacı ve Sarıgül (2011) tarafından yapılan çalışmada, santrifüjlü pompalarda enerji verimliliği araştırılmıştır. Enerji tüketen makineler arasında % 20' lik bir oranla pompaların önemli bir yer tuttuğu vurgulanmıştır. Değişken debili pompaj sistemlerinde otomasyon yazılımları ve basınç kayıplarının azaltılması ile enerji verimliliğine yaklaşık % 30 oranında katkı sağlayacağı hesaplanmıştır.

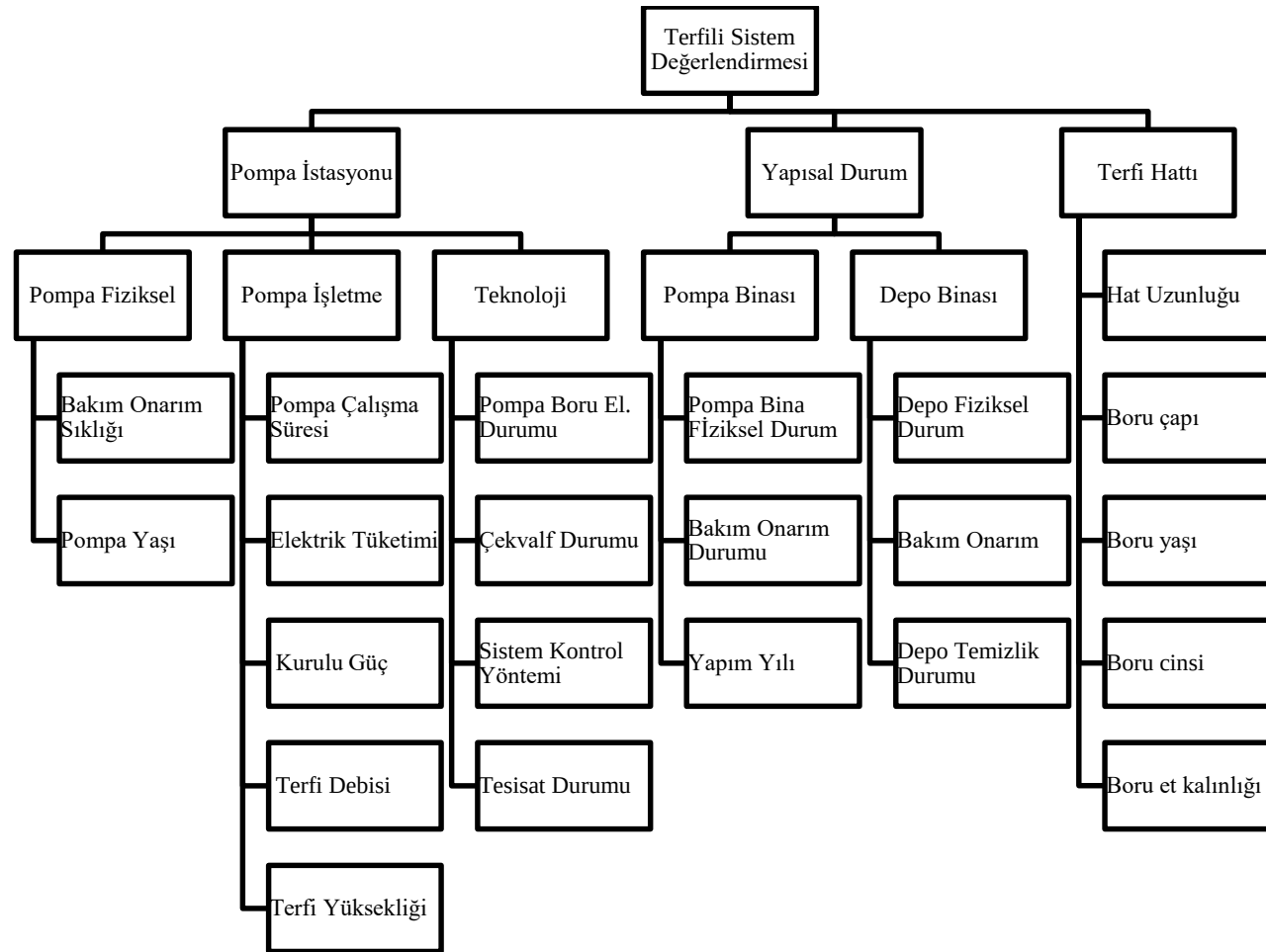
3. ANALİTİK HİYERARŞİ PROSES (AHP)

Yapılan bu tez çalışmasında terfili sistemlerin teknik olarak değerlendirilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi uygulanmıştır. AHP yöntemi ilk defa Saaty (1980) tarafından önerilen, çok ölçütlü karar verme analizi yöntemi olarak oldukça geniş alanda uygulanan bir yöntemdir. AHP yönteminde uygulanan işlem adımları temel olarak aşağıdaki gibi açıklanmıştır. (Saaty, 1980).

AHP yönteminde incelenen probleme ait faktörlerin ve bu faktörlere ait alt faktörlerin belirlenmesi, her bir aşamada faktörlerin birbirleri ile karşılaştırılması (ikili karşılaştırma) yoluyla faktörler arasında ilişkinin derecesi belirlenmekte ve her bir faktörün ağırlığı hesaplanması şeklindedir. Bunu gerçekleştirebilmek için incelenen probleme ait hiyerarşik yapının (amaç, faktörler, alt faktörler ve alt faktörlerin bileşenlerini içeren) oluşturulması en temel adımlardan biridir. Bu tez çalışması kapsamında terfili su iletim sistemlerinin teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi amacıyla oluşturulan hiyerarşik yapı Şekil 3.1’de gösterilmiştir. İncelenen probleme ait faktörler belirlendikten sonra denklem (3.1)’de verilen matris oluşturulmaktadır. (Saaty, 1980; Yaralıoğlu vd., 1999).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ \cdot & & & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

AHP yönteminde incelenen probleme ait faktörlerin ve alt faktörlerin ikili karşılaştırılmasında ve karşılaştırma matrislerinin oluşturulmasında Saaty (1980) tarafından önerilen puanlandırma (değerlendirme) tablosu kullanılmaktadır.



Şekil 3.1. Terfili iletim sistemlerinin teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi için Hiyerarşik yapı

Çizelge 3.1. Saaty (1980) tarafından önerilen AHP puanlandırma tablosu

Puan	Puan Açıklaması
1	Faktörler Eşit Önemde
3	Faktör 1, Faktör 2' ye göre biraz daha önemli (üstünlük seviyesi az)
5	Faktör 1, Faktör 2' ye göre fazla önemli (üstünlük seviyesi fazla)
7	Faktör 1, Faktör 2' ye göre çok daha fazla önemli (üstünlük seviyesi çok)
9	Faktör 1, Faktör 2' ye göre son derece önemli (üstünlük seviyesi çok)
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

Şekil 3.1' de verilen ve her bir aşamada belirlenen faktör ve alt faktörler Tablo 1'deki puanlandırma sistemi ile ikili olarak puanlandırılmakta ve matris oluşturulmaktadır. Puanlandırma için incelenen problem konusu ile ilgili uygulayıcıların görüşleri dikkate alınmaktadır. Örnek ikili karşılaştırma puanlandırılması ve matrisi Çizelge 3.2' de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Örnek ikili karşılaştırma puanlandırılması ve matrisi

Pompa Sistemi Teknik Değerlendirme Üzerinde Etkili ana faktörlerin ikili karşılaştırılması			
Kategori	Pompa İstasyonu	Yapısal Durumu	Terfi Hattı
Pompa İstasyonu	1	P1	P2
Yapısal Durumu	1/P1	1	P3
Terfi Hattı	1/P2	1/P3	1

Bir önceki adımda her bir faktör ve alt faktör için puanlandırma matrisi oluşturulduktan sonra bu faktörler için ağırlık matrisi AHP denklemleri yardımıyla hesaplanmaktadır. Her bir aşamada yer alan faktörlere ait ağırlık katsayılarının toplamı 1 olmalıdır. AHP yöntemi ile ikili karşılaştırma matrislerinin toplamı ve faktörlerin ağırlıklarının hesaplanması sırasıyla denklem (3.2) ve (3.3)'te verilmektedir (Ennaouri vd., 2013).

$$S_j = \sum_{i=1}^N c_{ij} \quad (3.2)$$

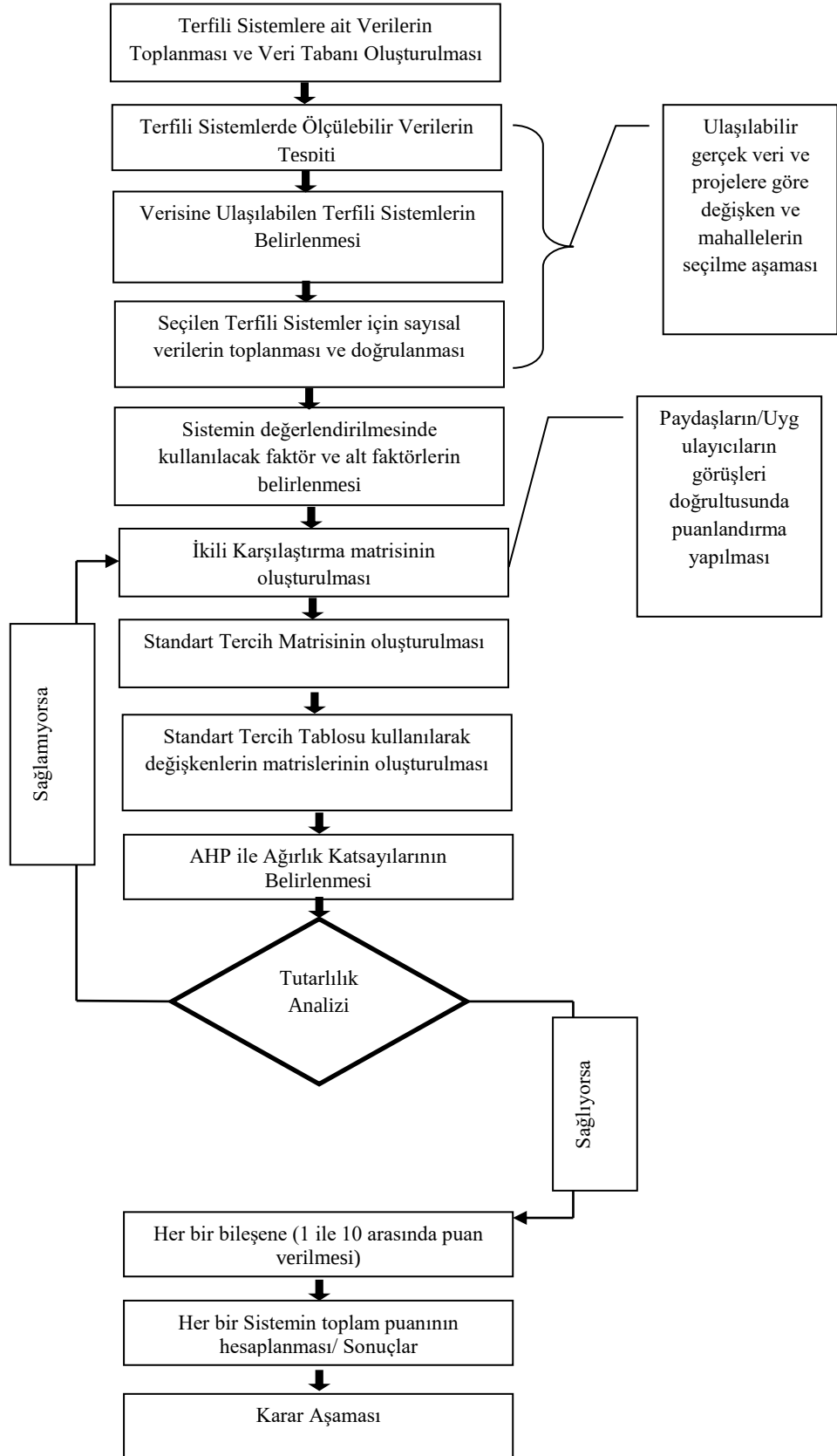
$$w_i = \frac{\sum_{j=1}^N b_{ij}}{N} \quad (3.3)$$

Bu denklemlerde $b_{ij} = \frac{a_{ij}}{c_j}$ şeklinde yazılırken, N ise karşılaştırma yapılacak olan faktörlerin sayısını göstermektedir.

AHP ile her bir aşamadaki faktörlere ait ağırlık katsayıları hesaplandıktan sonra Saaty (1982) tarafından önerilen tutarlılık analizinin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu analiz ile bir önceki adımda hesaplanan ağırlık katsayılarının tutarlılığı doğrulanmış olmaktadır. Tutarlılık analizinde hesaplanan indeks değerin 0.10 sınır değerinden büyük olması durumunda, uzman ve uygulayıcıların görüşlerine tekrar başvurulur ve hesaplamalar yeniden yapılır. Eğer hesaplanan bu değer sınır olan 0.10 değerine eşit ya da düşük olması durumunda koşul sağlanmış olur ve bir sonraki aşamaya geçilir (Saaty, 1982).

AHP ile her bir aşamadaki faktörlere ait ağırlık katsayıları hesaplandıktan ve bu ağırlık katsayıları için tutarlılık analizi gerçekleştirildikten sonra tüm verilen bileşenler için puanlandırma tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloda yer alan her bir alt faktöre ait bileşenin puanlandırılmasında yine incelenen problem konusunda çalışan uygulayıcıların görüşleri temel alınmıştır. Bu puanlandırma tablosunda da açıklandığı gibi verilen 1 (bir) puanı, bileşenin sistem üzerindeki etkisinin en az olduğunu, 10 (on) puan ise etkinin çok olduğunu ifade etmektedir.

AHP yönteminde son aşama, önceki adımlarda belirlenen ağırlık katsayıları ve her bir bileşene ait puanlar dikkate alınarak denklem (3.5) ve (3.6) yardımıyla sistemin toplam puanının hesaplanması ve sonuçların elde edilmesi işlemlerinden oluşmaktadır. AHP yönteminin daha iyi anlaşılması adına, bu tez çalışmasına konu olan terfi sistemlerinin teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi için oluşturulan akış diyagramı Şekil 3.2' de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Terfi sistemlerinin teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi için akış diyagramı

4. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ

Bu çalışmada su temini sistemlerinde halihazırda hizmet veren pompa istasyonlarının, fiziksel özellikleri, enerji tüketimleri, sisteme ait bileşenlerin yapısal özellikleri ve iletim hattının fiziksel özellikleri açısından değerlendirilmesi amacıyla, Adıyaman ilinde İl Özel İdaresi, Adıyaman Belediyesi ve Kahta Belediyesi, Malatya ilinde, Malatya Su ve Kanal İdaresi (MASKİ) tarafından işletilen ve verisine ulaşılabilen pompa istasyonları belirlenmiştir.

4.1. Çalışma Alanı: Adıyaman İl Özel İdaresi ve Adıyaman Belediyesi

Adıyaman ili, coğrafi konumu itibarıyla Orta Fırat bölümü içinde yer almaktadır. Kuzeyde Toros Dağlarının uzantısı Malatya Dağları ile güneyde ise Fırat Nehri ile çevrilidir. Uygulama alanının genel görünümü Şekil 4.1’te gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Adıyaman ili uygulama alanı genel görünümü

Adıyaman ili, ilçe, mahalle, belde ve köy sayısı ile ilgili Adıyaman Valiliğinin resmi internet sitesinden alınan verilere göre 9 İlçe, 28 Belde, 428 Köy ve 593 adet Mezrası bulunmaktadır.

Çizelge 4.1. Adıyaman İli ilçe, köy, mahalle ve belde sayısı (Adıyaman Valiliği)

İLİ	İLÇESİ	BELEDİYE VE BELDE SAYISI	KÖY SAYISI	MEZRA SAYISI	MERKEZ BELEDİYE VE İLÇE BELEDİYE MAHALLE SAYISI	İLÇE BELDE MAHALLE SAYISI
ADİYAMAN	MERKEZ	5	124	127	33	26
ADİYAMAN	BESNİ	9	64	65	10	31
ADİYAMAN	ÇELİKHAN	2	18	21	9	8
ADİYAMAN	GERGER	1	45	122	4	0
ADİYAMAN	GÖLBAŞI	4	30	37	8	8
ADİYAMAN	KAHTA	3	93	139	17	4
ADİYAMAN	SAMSAT	1	16	19	4	0
ADİYAMAN	SİNCİK	2	24	58	7	7
ADİYAMAN	TUT	1	14	5	8	0
	TOPLAM	28	428	593	100	84

Adıyaman Valiliğinin resmi internet sayfasından alınan bilgilere göre Merkez il ve ilçelerin sayısı değerlendirilmiş, yapılan incelemede pompa istasyonlarının genellikle merkez mücavir alan dışında kalan köy ve mezralarda yoğunlukla kullanıldığı tespit edilmiştir. Merkez mücavir alan içerisinde daha çok cazibeli su dağıtımı yapılmaktadır. Adıyaman genel olarak dağlık arazilerden oluştuğu Kahta, Samsat Besni ve Çelikhan'ın bir bölümünde ovalık arazilerin olduğu gözlemlenmektedir (<http://www.adiyamanozelidare.gov.tr>).

Adıyaman' ı doğudan batıya doğru bölen Anti Torosların kuzeyinde kalan dağlık bölgenin iklimi ile güneyinde kalan bölgenin iklimi birbirinden farklıdır. Güneyi, yazları kurak ve sıcak, kışları ılık ve yağışlı; kuzeyi yazları kurak ve serin, kışları yağışlı ve soğuktur. Doğu Anadolu ile Akdeniz Bölgeleri arasında köprü konumunda olan İlin iklimi, bu özelliği dolayısıyla bölgedeki diğer illerden farklıdır.

Adıyaman ili 37°45' kuzey enlemi, 38°16' doğu boylamında yer alır. Adıyaman'ın denizden yüksekliği 672 m kotundadır.



Şekil 4.2. Adiyaman ve çevresinin genel topoğrafik haritası

Türkiye İstatistik Kurumu adrese dayalı nüfus kayıt sisteminde 2014 yılı sonu itibariyle oluşan nüfus sayımına göre Adiyaman İl Nüfusu Genel olarak 597 bin 835 kişi olarak tespit edilmiştir. Pompa veriminin hesaplanması için kullanılacak yerleşim yerlerinin nüfus verileri Adiyaman İl Özel idaresinden temin edilmiş olup tablo halinde aşağıdaki gibidir.

Adiyaman ili şehir merkezi içme suyu teminini genel olarak cazibe ile sağlamaktadır. Bu nedenle şehir merkezinde mevcutta hizmet veren terfi istasyonu sadece bir tanedir. Kırkgöz kaynağında kurulan bu pompa istasyonu 2015 yılına kadar şehir hattını beslemekteydi ancak bu yıldan sonra Adiyaman Organize Sanayii bölgesine hizmet vermektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Şehir merkezinde hizmet veren Kırkgöz terfi merkezi genel görünümü

Kırkgöz terfi istasyonu 1993 yılında yapılmış, 2+1 yedek şeklinde toplam 3 adet pompaya sahip olup 65 l/s terfi debisiyle çalışmaktadır. Ancak pompalar eski ve verimsiz çalışmaktadır. Adıyaman İlinde daha çok köylerde terfilili sistemler kullanılmaktadır. Adıyaman İli merkez köylerinde yaklaşık 140 terfi istasyonu bulunmakta olup bunların 120'si aktif olarak kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında Adıyaman ili ve beldelerinde terfi istasyonlarında hizmet veren 155 adet pompa incelenmiştir. Bu pompalara ait kurulu güç, hizmet ettiği nüfus, terfi debisi, hizmete alınma yılı, terfi yüksekliği, çalışma süresi vb. karakteristik bilgiler toplanmıştır.

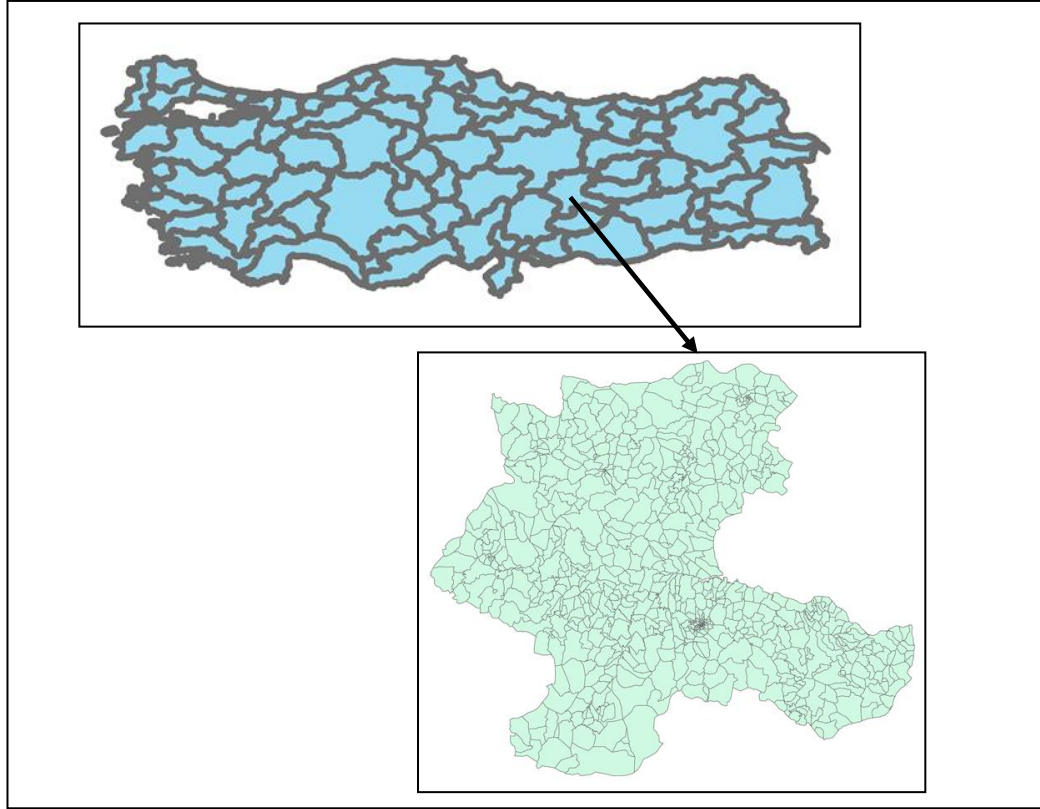
ArcGIS verileri excel programı yardımıyla oluşturulan veri tabanlarının koordinatlı bir şekilde hesaplanmış ve ArcGIS yazılımına aktarılmıştır. Daha sonra Adıyaman siyasi haritası sayısallaştırılarak (NetCAD yazılımı yardımıyla) dwg uzantılı bir dosya oluşturulmuş ve yine ArcGIS yazılımına aktarılmıştır. Bazı istasyonların sınır çizgisi dışında kalması koordinatlardaki sapmalardan meydana geldiği düşünülmektedir.

Çalışma sırasında daha önce 209 adet pompa istasyonu araştırılmıştır. Ancak araştırmanın sonucunda Adıyaman İl Özel idaresi tarafından hazırlanan pompalara ait bakım kartlarında bazı pompaların yenilenerek değiştirildiği tespit edilmiştir. Bu nedenle mükerrer olarak yazılan pompa istasyonları yenilenen pompa ile değişmesi sonucu eski pompalar envanterden düşülerek 155 adet pompa istasyonu incelemeye alınmıştır. Aktif faaliyet gösteren 155 adet pompa istasyonu üzerinde çalışmalar devam etmiştir.

4.2. Çalışma Alanı: Malatya

Bu tez çalışması kapsamında ikinci olarak Malatya ilinde yer alan pompa istasyonları uygulama alanı olarak seçilmiştir. Malatya ili 2014 yerel seçimlerinden sonra Büyükşehir statüsüne kavuşmuştur. Malatya ili Büyükşehir olmadan önce yerleşim yerlerinde su ve kanalizasyon hizmetleri her Belde veya İlçe belediyesi tarafından ayrı ayrı verilmekteydi. Ancak Büyükşehir olduktan sonra Malatya Büyükşehir Belediyesi Su ve Kanal İdaresi (MASKİ) kurulmuş olup şehrin il sınırlarında tüm su ve kanalizasyon hizmetleri sadece MASKİ tarafından verilmektedir.

Malatya ili Doğu Anadolu bölgesinde yer alan ve merkez nüfusu yaklaşık 570000 olan bir şehirdir. Merkez su ihtiyacı Gündüzbey bölgesinde yer alan ve Kaptaj olarak ifade edilen kaynaktan sağlanmaktadır.



Şekil 4.6. Malatya Uygulama alanı genel görünümü

Malatya ili merkezde yer alan dağıtım sistemi cazibeli olarak beslenirken, İlçelerde birçok yerleşim yerinde su temini için terfi sistemleri kullanılmaktadır. MASKİ (2016) verilerine göre İlçelerde su temini sağlanması amacıyla yaklaşık olarak 750 terfi istasyonu hizmet vermektedir. Bu terfi istasyonları Büyükşehir olmadan önce Malatya İl Özel İdaresi tarafından planlanmış, inşaatı gerçekleştirilmiş ve hizmete alınmıştır. Ancak ileride detaylı bir şekilde anlatıldığı gibi mevcutta hizmet veren bu terfi istasyonlarının önemli bir kısmının enerji verimliliği açısından uygun olmadığı görülmektedir.

Çalışma sırasında ilk önce 750 pompa istasyonu göz önünde bulundurulmuştur. Ancak veriye ulaşma durumu dikkate alınarak 10 kWh ve üstü güce sahip terfi istasyonları pilot uygulama olarak belirlenmiştir. Bu kapsamda Malatya ilinde hizmet veren 74 pompa istasyonu belirlenmiş ve bunlar üzerinden çalışmalar devam etmiştir. Bu terfi istasyonlarının birçoğunun koordinat bilgileri olmadığı için harita üzerinde gösterilememiştir. Bu pompalara ait kurulu güç, hizmet ettiği nüfus, terfi debisi, hizmete alınma yılı, terfi yüksekliği, çalışma süresi vb. karakteristik bilgiler toplanmıştır.

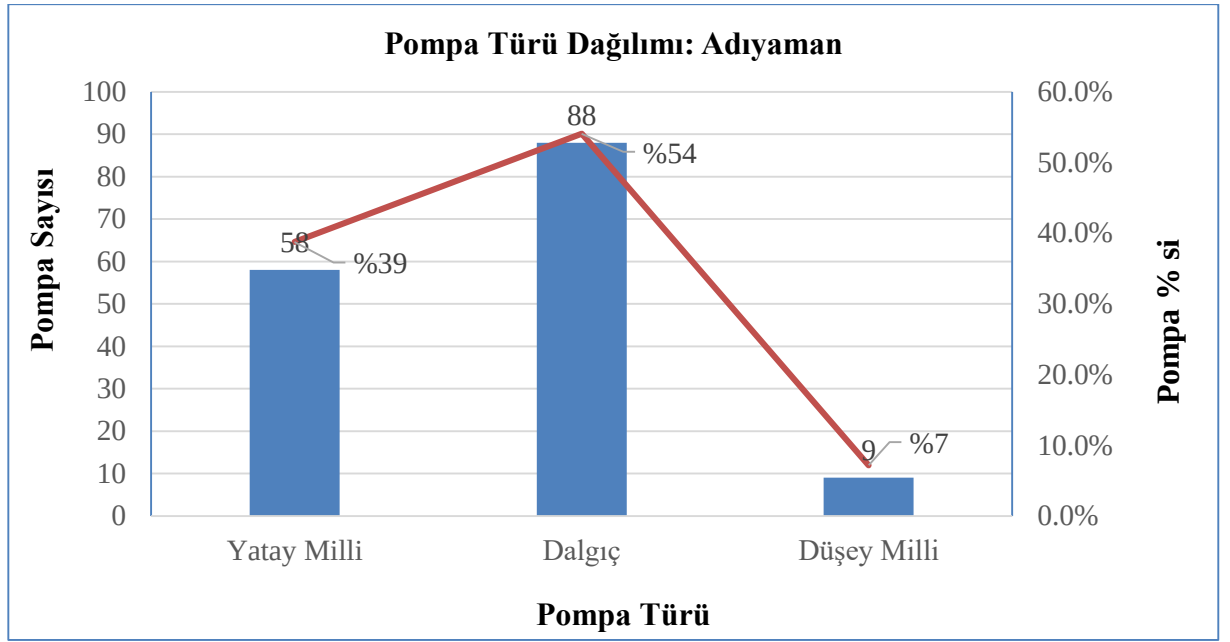
5. POMPA İSTASYONLARININ ANALİZİ

5.1. Pompa İstasyonlarının Karakteristik Özellikleri

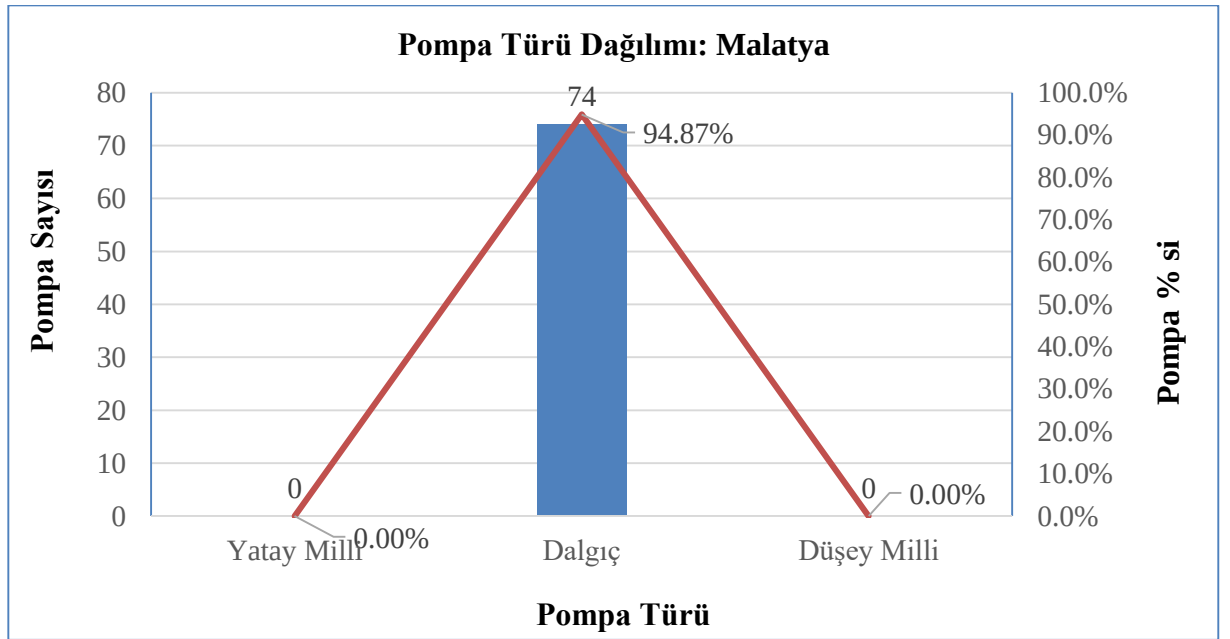
Bu çalışma kapsamında Adıyaman ilinde incelenen 155 adet ve Malatya ilinde incelenen 74 adet pompaya ait toplanan karakteristik bilgiler değerlendirilmiştir. Bu istasyonlara ait birçok karakteristik bilgiler yerinde yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sonucunda ortaya konulmuştur. Pompaların değerlendirilmesinde göz önüne alınan parametreler şu şekilde sıralanabilir;

- Pompa türü
- Pompa yaşı (yıl)
- Pompa statik seviye (m)
- Pompa dinamik seviye (m)
- Hizmet verilen nüfus
- Terfi debisi (l/s)
- Enerji sarfıyatı (Kwh)
- İşletme maliyeti
- İsale hattı fiziksel özellikleri
- Depo özellikleri
- Terfi binası fiziksel özellikleri

Çalışma kapsamında, her iki uygulama alanında hizmet veren pompalar hakkında genel bilgiye sahip olmak için mevcut pompaların türe göre dağılımı Şekil 5.1’de verilmektedir.



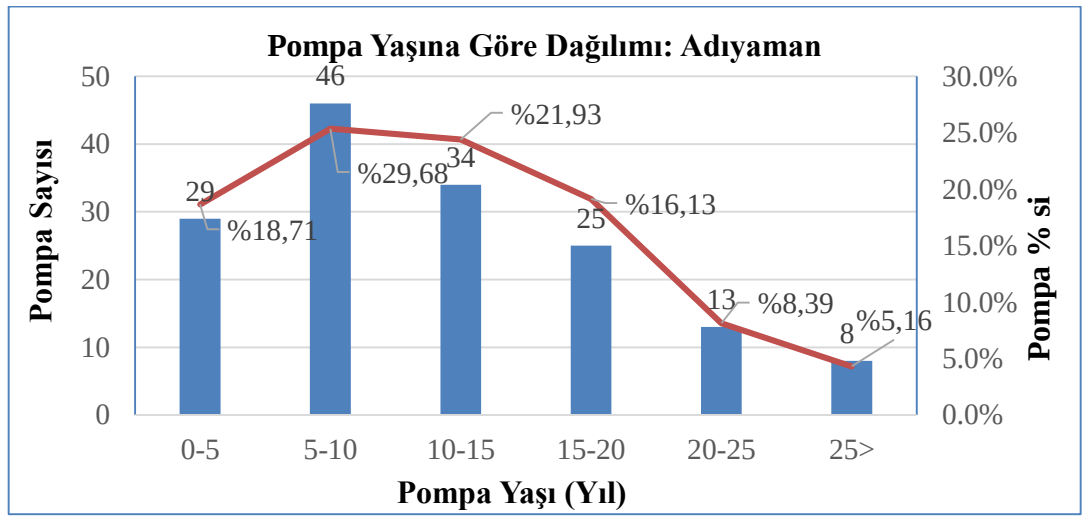
a) Adıyaman ili terfi istasyonları



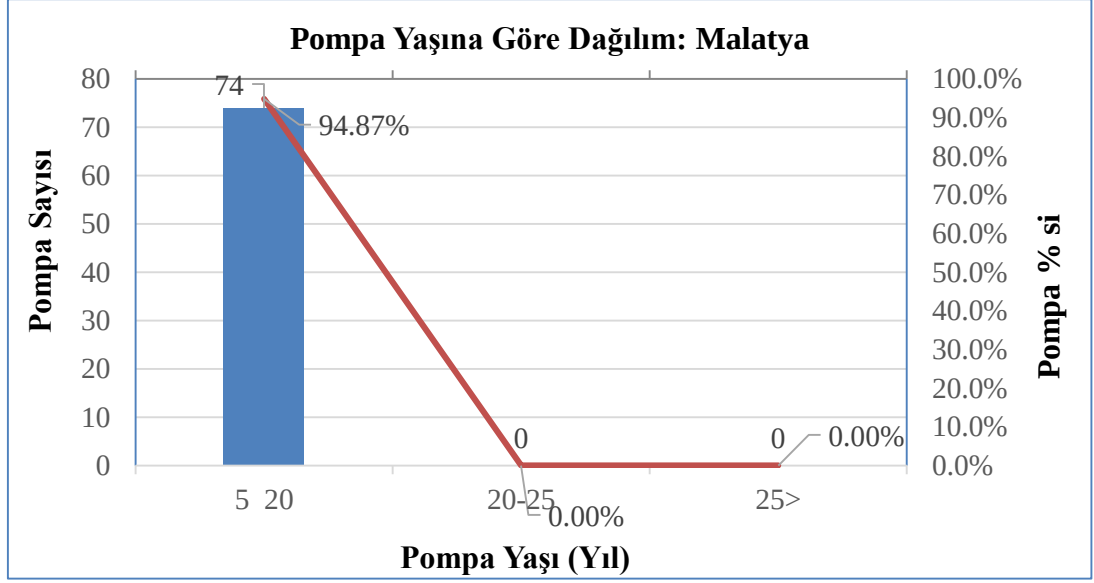
b) Malatya ili terfi istasyonları

Şekil 5.1. Çalışma alanında pompaların türlerine göre dağılımı

Şekil 5.1’ den de görüleceği üzere Adıyaman ili uygulama bölgesinde hizmet veren mevcut pompaların % 54 gibi önemli bir kısmını Dalgıç pompa türünde pompalar oluştururken, Yatay ve düşey milli pompaların oranları ise sırasıyla % 39 ve 7 şeklindedir. Diğer taraftan Malatya ilinde verisine ulaşılabilen ve değerlendirmeye alınan pompalar Dalgıç pompa türündedir. İşletmedeki mevcut pompaların hizmete alınma yılları ve teknolojileri hakkında bilgi sahibi olmak ve enerji tüketimleri açısından değerlendirme yapabilmek amacıyla uygulama bölgesindeki pompaların yaşlarına göre dağılımı Şekil 5.2’ de gösterilmektedir.



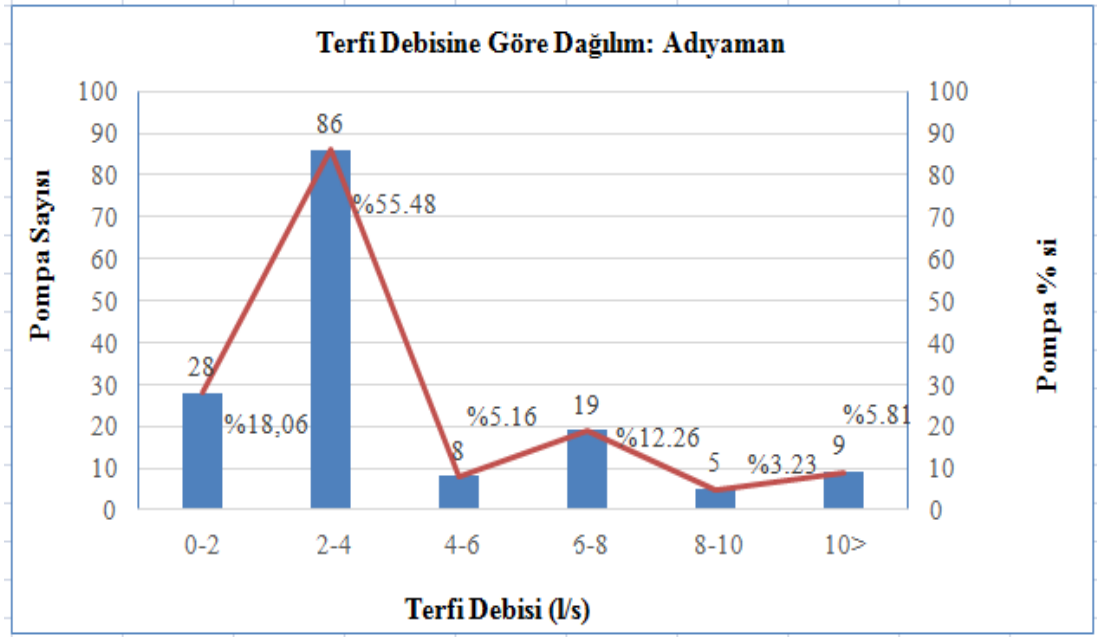
a) Adıyaman ili terfi istasyonları



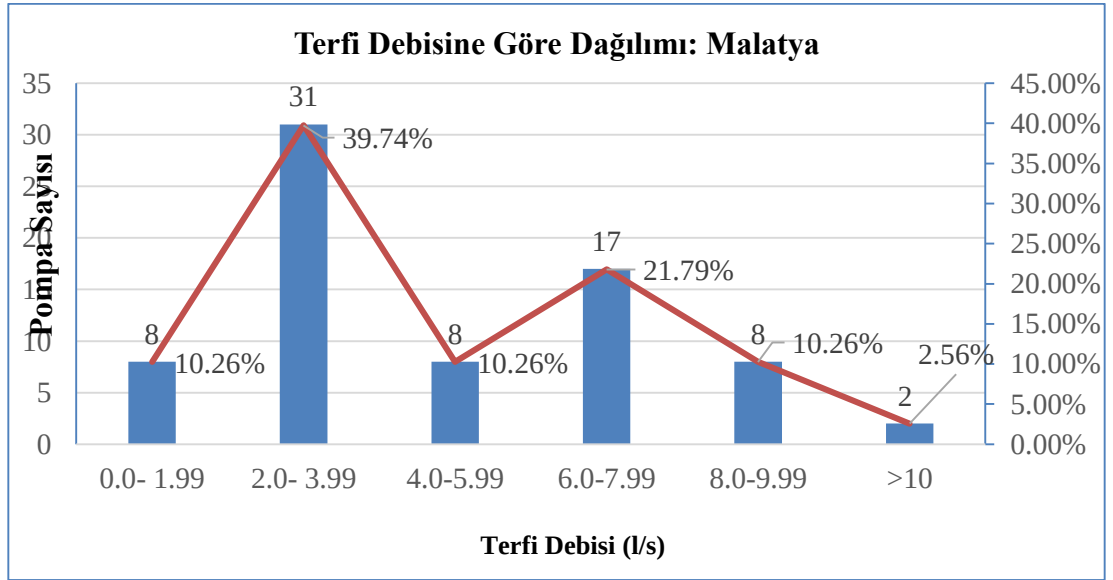
b) Malatya ili terfi istasyonları

Şekil 5.2. Uygulama bölgesindeki pompaların yaş dağılımı

Şekil 5.2’ den de görüleceği üzere Adıyaman ili uygulama bölgesinde yer alan pompaların % 29.68 gibi oranla 5-10 yaş aralığında oluşmaktadır. Diğer taraftan çalışma alanında pompaların yaklaşık % 51.61 gibi önemli bir kısmının 10 yaşından büyük olduğu görülmektedir. Şekil incelendiğinde 25 yaşından büyük pompa sayısının 8 olduğu (% 5.16 oranla), 0-5 yaş aralığında 29 adet pompa olduğu görülmektedir. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; eski pompalar arıza verdiğinde yenisi ile değiştirilmekte ve dolayısıyla 25 yaşından büyük pompa sayısı azalmaktadır. Diğer taraftan 10-20 yaş aralığında önemli sayıda pompa hizmet vermekte olduğu görülmektedir. Diğer taraftan Malatya ilinde verisine ulaşılabilen ve değerlendirmeye alınan pompaların 5-20 yaş aralığında olduğu belirlenmiştir. Çalışma kapsamında göz önüne alınan pompaların terfi debilerine göre değerlendirme yapmak amacıyla incelenen pompaların terfi debileri Şekil 5.3’ te gösterilmektedir.



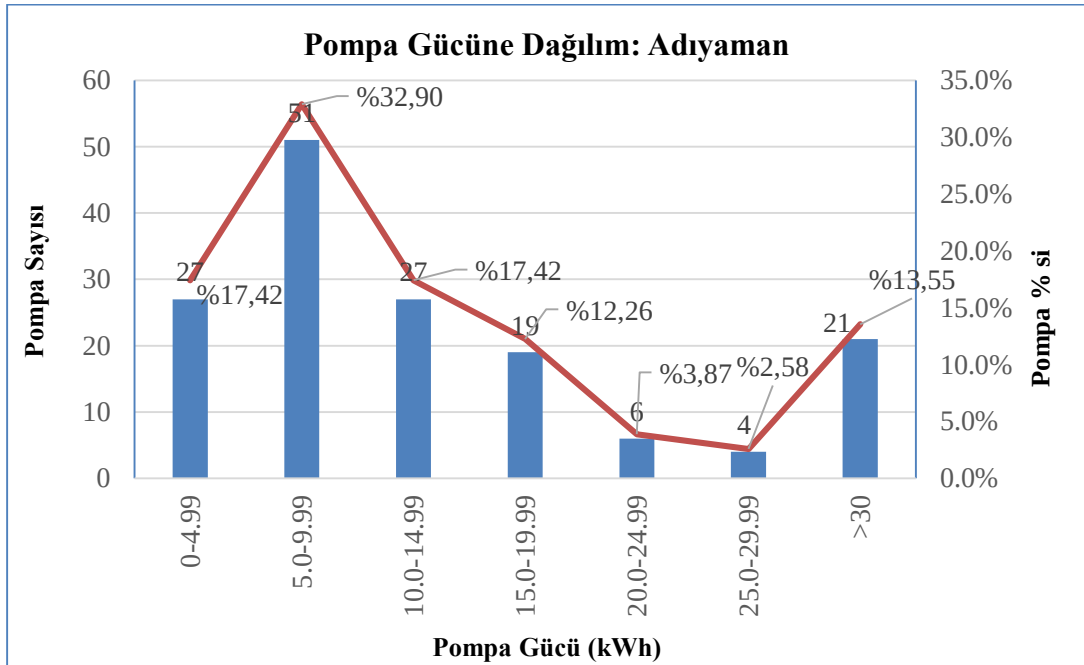
a) Adıyaman ili terfi istasyonları



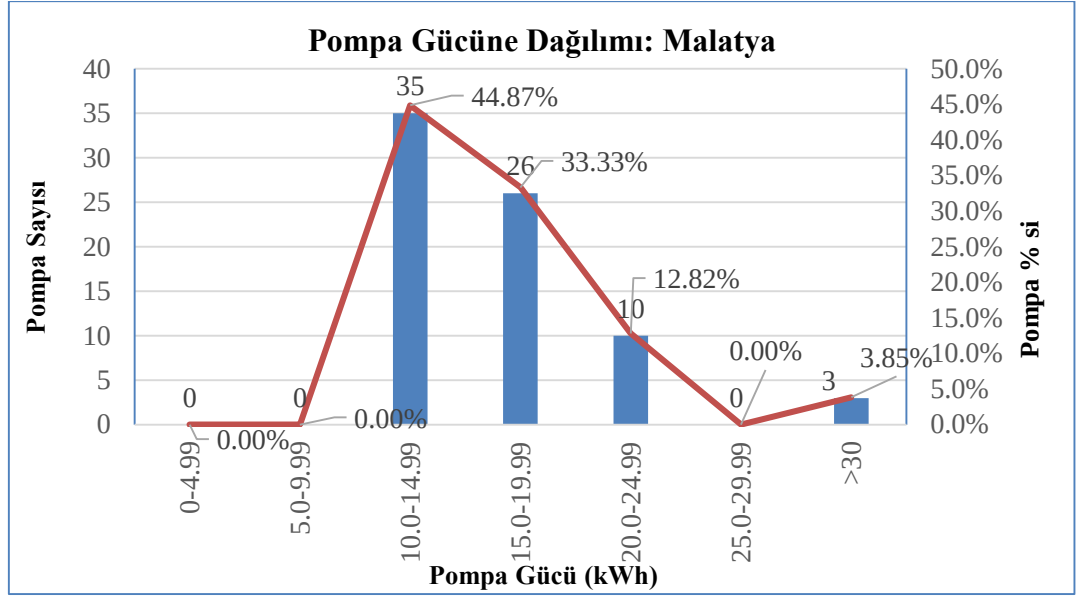
b) Malatya ili terfi istasyonları

Şekil 5.3. Uygulama bölgesindeki pompaların terfi debilerine göre dağılımı

Şekil 5.3' ten de görüleceği üzere Adıyaman ili uygulama bölgesinde yer alan pompalar terfi debilerine göre değerlendirilmiş ve önemli bir kısmının 2-4 l/s debi aralığına sahip olduğu görülmüştür. Diğer taraftan 10 l/s'den daha büyük debiye sahip pompa sayısının 9 olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde Malatya ili uygulama alanında yer alan terfi istasyonlarının debileri incelendiğinde, % 39.74'lük kısmı 2 ile 4 l/s arasında değişirken 10 l/s'den daha büyük debilere sahip istasyonlar % 2.56'luk kısmı oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında göz önüne alınan pompaların gücüne göre değerlendirme yapmak amacıyla incelenen pompaların güce göre dağılımı Şekil 5.4' te gösterilmektedir.



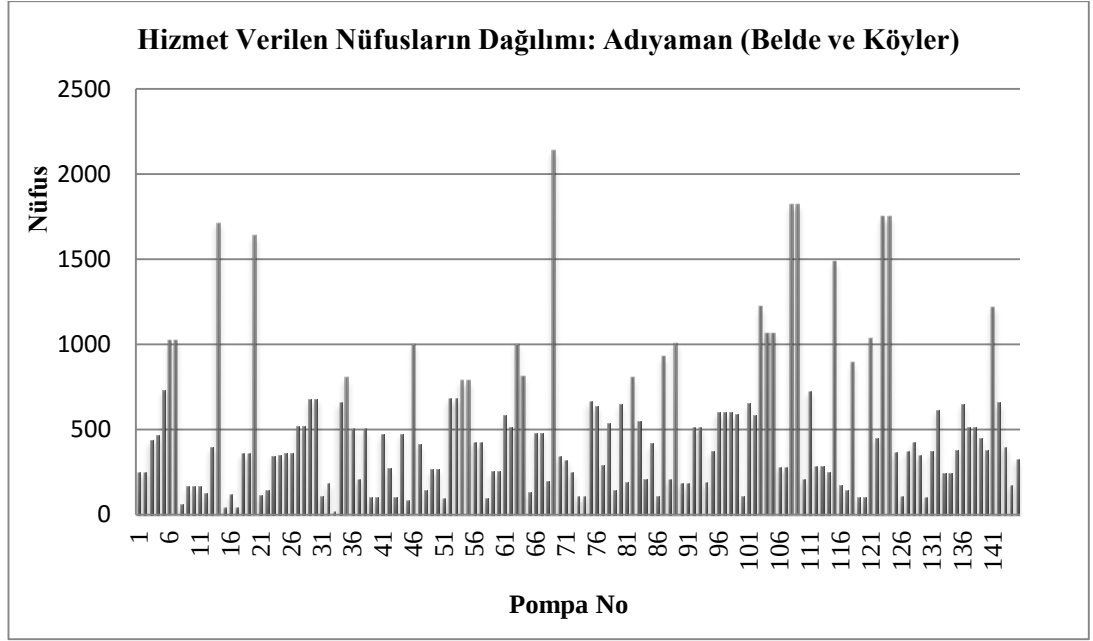
a) Adıyaman ili terfi istasyonları



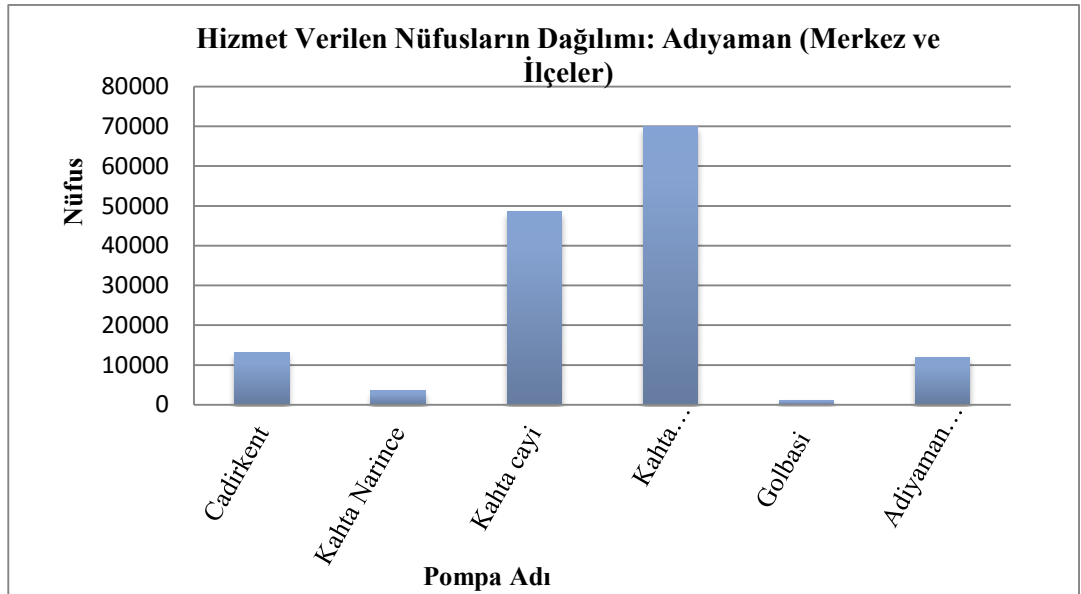
b) Malatya ili terfi istasyonları

Şekil 5.4. Uygulama bölgesindeki pompaların güce göre dağılımı

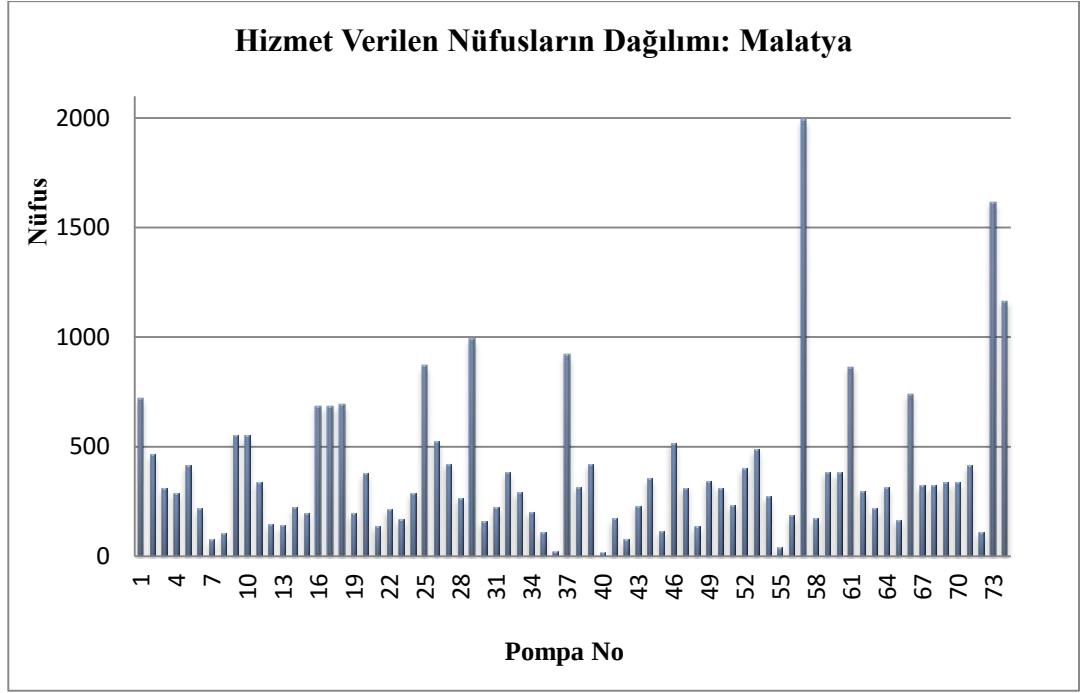
Şekil 5.4’ ten de görüleceği üzere Adıyaman ili uygulama bölgesinde yer alan pompaların % 32.90 gibi en yüksek oranla 5-10 Kwh güce sahip olduğu, en düşük oranın % 2.58 ile 25-30 kWh güce sahip pompa gruplarının olduğu görülmektedir. Şekilde den görüleceği üzere, mevcutta hizmet veren pompaların yaklaşık % 80 gibi bir kısmı 0-15 kWh güce sahiptir. Diğer taraftan Malatya ili uygulama bölgesinde yer alan pompaların % 47.44 gibi en yüksek oranla 10-15 kWh güce sahip olduğu, en düşük oranın % 3.85 ile 30 kWh ve daha yüksek güce sahip pompa gruplarının olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında göz önüne alınan pompaların hizmet verdiği bölgenin nüfusuna göre değerlendirme yapmak amacıyla incelenen pompaların nüfusa göre dağılımı Şekil 5.5’te gösterilmektedir.



a) Adıyaman belde ve köy nüfusları



b) Adıyaman ili merkez ve ilçe terfi istasyonlarına ait nüfus dağılımı



c) Malatya ili terfi istasyonları nüfus dağılımı

Şekil 5.5. Adıyaman ve Malatya ili belde ve köylerde pompaların hizmet ettiği nüfusa göre dağılımı

Adıyaman ili belde ve köylerinde nüfusu ortalama yaklaşık olarak 500 kişi olduğu görülmüştür. Pompa istasyonlarının hizmet verdiği en yüksek belde nüfusu 2138 kişi ile Gümüşkaya köyü ve en düşük nüfus ise 41 kişi ile Aydınlar mezarası olduğu tespit edilmiştir. Malatya ili belde ve köylerinde nüfusu ortalama yaklaşık olarak 420 kişi olduğu görülmüştür. Pompa istasyonlarının hizmet verdiği en yüksek belde nüfusu 1993 kişi ile Durucasu köyü ve en düşük nüfus ise 19 kişi ile Ulutaş köyü olduğu tespit edilmiştir. Pompaların hizmet verdiği bölgeler genellikle kırsal kesim olduğundan nüfus yoğunluğu fazla değildir. Nüfus yoğunluğunun fazla olmaması nedeniyle pompa seçiminde genellikle ihtiyaçtan fazla güce sahip pompaların seçildiği gözlemlenmiştir.

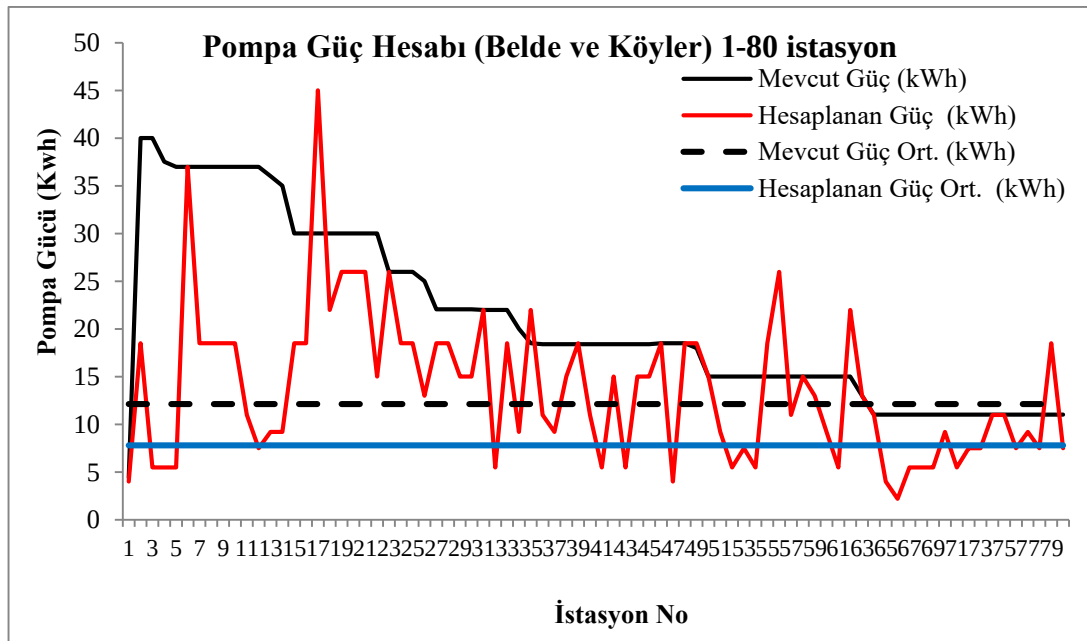
Adıyaman ili merkez ilçelerde en yüksek ilçe nüfusu Kahta Değirmenbaşı pompa istasyonu ile 70000 kişi olarak tespit edilmiştir. Kahta Çayı istasyonu, Kahta ilçesinin en eski su kaynağı olması nedeniyle hizmet verdiği nüfus günümüzde oldukça artırmıştır. Bu nedenle Kahta nüfusu için tek başına yetersiz kaldığı

görülmüştür. Daha sonradan Kahta Değirmenbaşı mevkiinden sağlanan isale hattı sayesinde Kahta çayı istasyonun yükü biraz olsun azaltılmış ancak yaz aylarında zaman zaman suyun azalmasıyla beraber Kahta çayı istasyonunun da yetersiz kaldığı ve su kesintilerinin yaşandığı görülmektedir. Kahta belediyesi tarafından söz konusu istasyonların bakımı düzenli olarak yapılmaktadır. Ancak pompaların eski olması ve pompajın sürekli olması (24 saat) sık sık arızaya neden olmaktadır. Bu nedenle ciddi bir bakım maliyeti söz konusudur.

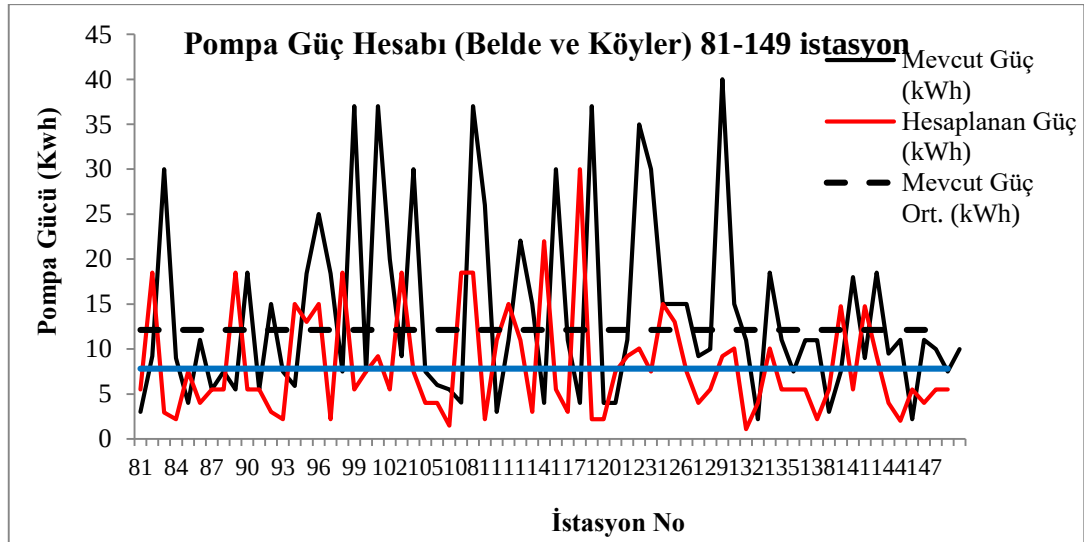
En düşük nüfus ise 1216 kişiye hizmet veren Gölbaşı organize sanayi bölgesi pompa istasyonu olarak tespit edilmiştir. Adıyaman merkez ilçede su ihtiyacı genel olarak coğrafi konumunun getirdiği avantajlar sayesinde cazibe ile sağlandığı bu nedenle içme suyu hattında pompa istasyonu kullanılmamaktadır. Ancak son yıllarda (2015-2016) kuraklığın da etkisiyle yaz aylarında zaman zaman su kesintilerinin yaşandığı görülmüştür.

5.2. Mevcut Pompa İstasyonları İçin Yeni Güç Hesapları

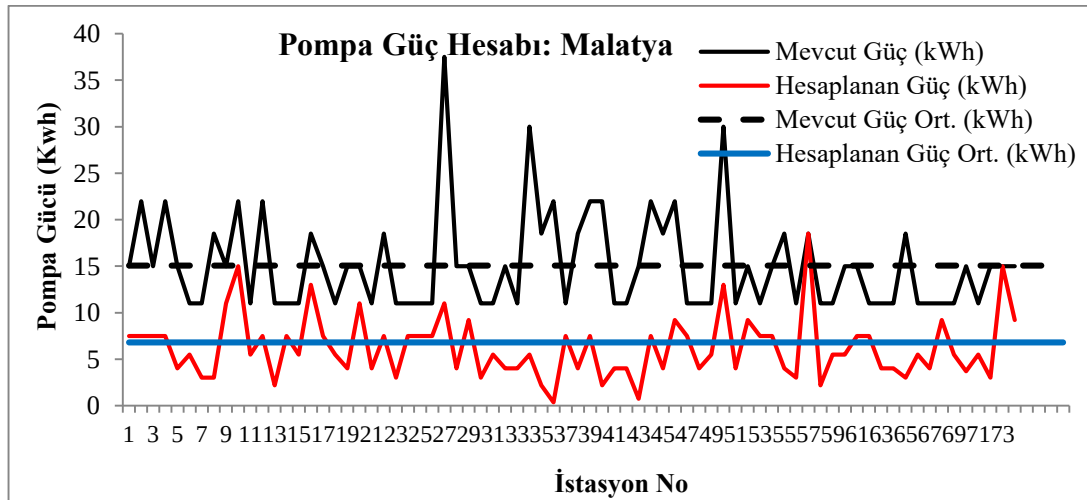
Yukarıda detaylı bir şekilde verildiği gibi mevcutta hizmet veren terfi istasyonlarının hizmet verdiği nüfus ve terfi debisine yüksek güce sahip oldukları görülmüştür. Mevcut terfi istasyonları için değerlendirme yapıldıktan sonra bu istasyonlarda enerji verimliliği ve sistemin daha etkin çalışabilmesi için yeniden pompa seçimi ve güç hesaplaması yapılmıştır. Güç hesapları yapılırken EK1 ve EK2’de verilen mevcut terfi yüksekliği (Dinamik seviye, H_m), o yerleşim yeri için belirlenen maksimum terfi debileri, pompa sayıları ve pompa çalışma süreleri göz önünde bulundurulmuş ve en uygun pompa seçimi yapılmıştır. Çalışma kapsamında her iki uygulama bölgesi için mevcut ve yeni pompa güçlerinin karşılaştırılması Şekil 5.6’da gösterilmiştir.



a) Adıyaman ili 1. ile 80. İstasyonlar arasındaki pompalara ait güç hesabı grafiği



b) Adıyaman ili 81. ile 149. İstasyonlar arasındaki pompalara ait güç hesabı grafiği

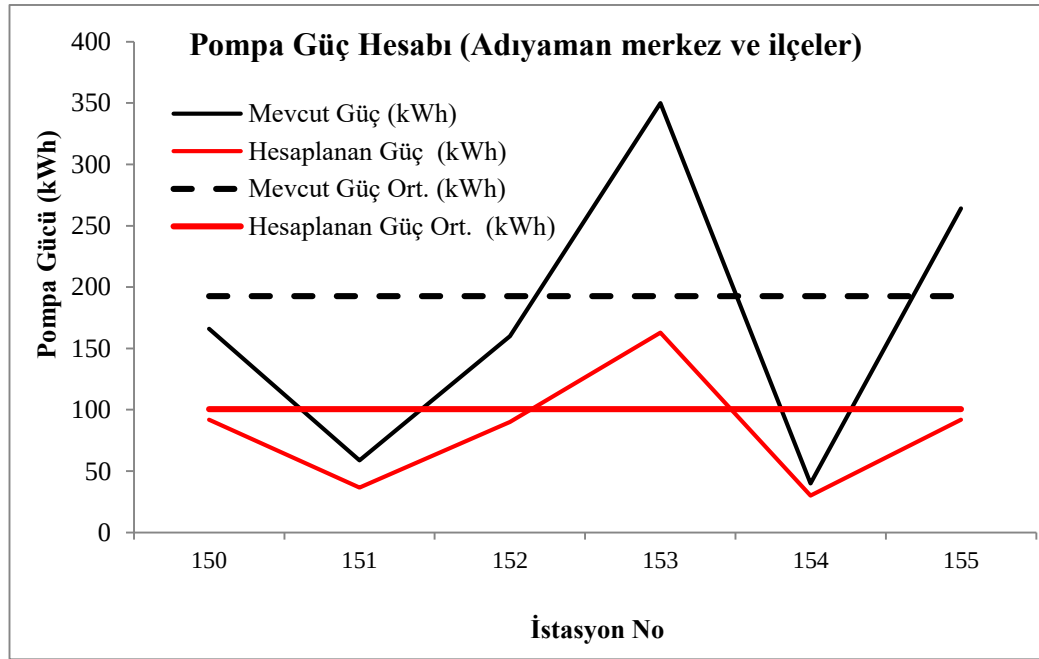


c) Malatya ili pompalara ait güç hesapları

Şekil 5.6. Adıyaman ve Malatya illerine ait pompa istasyonlarının güç hesabı grafiği

Şekil 5.6' dan da görüldüğü gibi mevcut güç genel olarak ortalama güçten fazla olduğu tespit edilmiştir. Adıyaman İli belde ve köylerinde pompa istasyonlarının güç hesabı yapılmış ve mevcut harcanan güç ile kıyaslaması

yapılmıştır. Kıyaslama neticesinde mevcutta hizmet veren pompaların 12.13 kWh mevcut ortalama güce sahip olduğu bulunmuştur. Diğer taraftan mevcut koşullar altında yeni belirlenen pompalar için hesaplanan ortalama güç ise 7.8 kWh olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde Malatya ili pompa istasyonlarında mevcutta hizmet veren pompalar 15.08 kWh ortalama güce sahip olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan mevcut koşullar altında yeni belirlenen pompalar için hesaplanan ortalama güç ise 6.82 kWh olarak tespit edilmiştir. Bu durumun belde ve köylerde nüfus yoğunluğunun etkisiyle genelde ihtiyacın üstünde güçte pompaların seçilmesinin neden olduğu düşünülmektedir. Çalışma kapsamında Adıyaman ili merkez ve ilçelerde yer alan mevcut ve yeni pompa güçlerinin karşılaştırılması Şekil 5.7’ de gösterilmiştir.

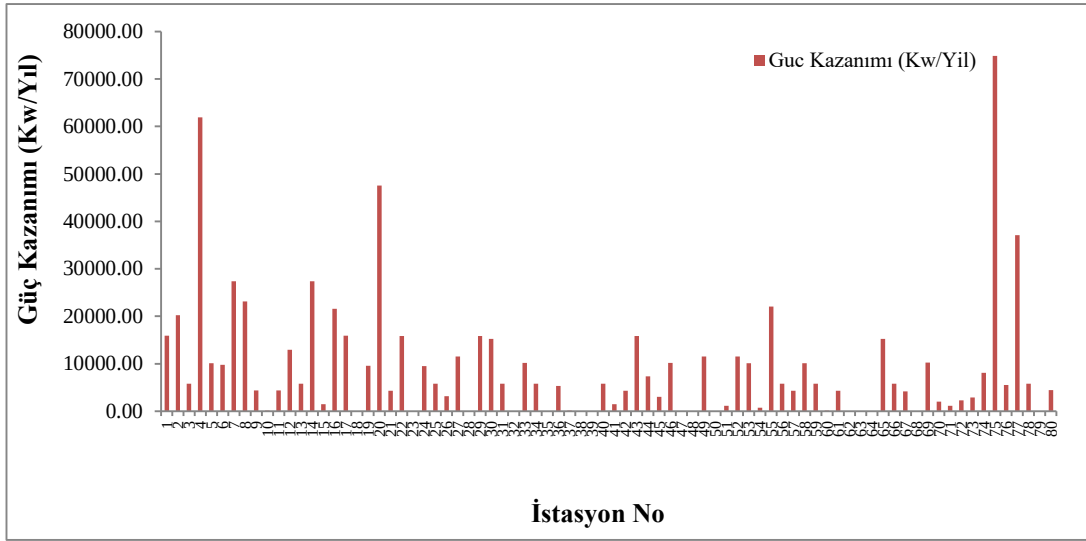


Şekil 5.7. Adıyaman ili merkez ve ilçelere ait pompa istasyonlarının güç hesabı grafiği

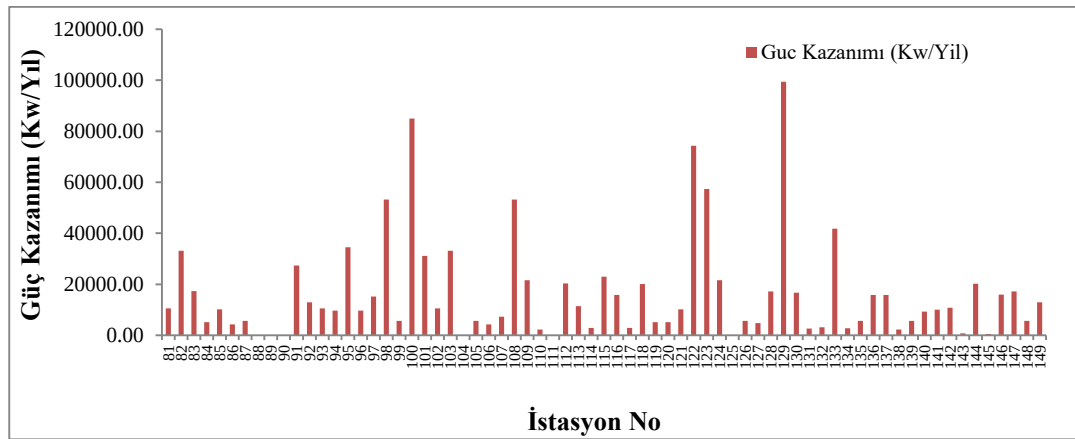
Şekil 5.7 incelendiğinde, diğer pompa istasyonlarında elde edilen sonuçların benzer şekilde Adıyaman ili merkez ve ilçelerde yer alan pompalar için çıktığı görülmüştür. Bu istasyonlar için hesaplanan yeni güç değerlerinin mevcuttaki pompalara göre daha düşük olduğu görülmektedir. Grafikte verilen sonuçlara göre

mevcutta hizmet veren pompaların 192.50 kWh ortalama sahip olurken yeni seçilen pompaların ortalama gücü ise 100.50 kWh olarak belirlenmiştir.

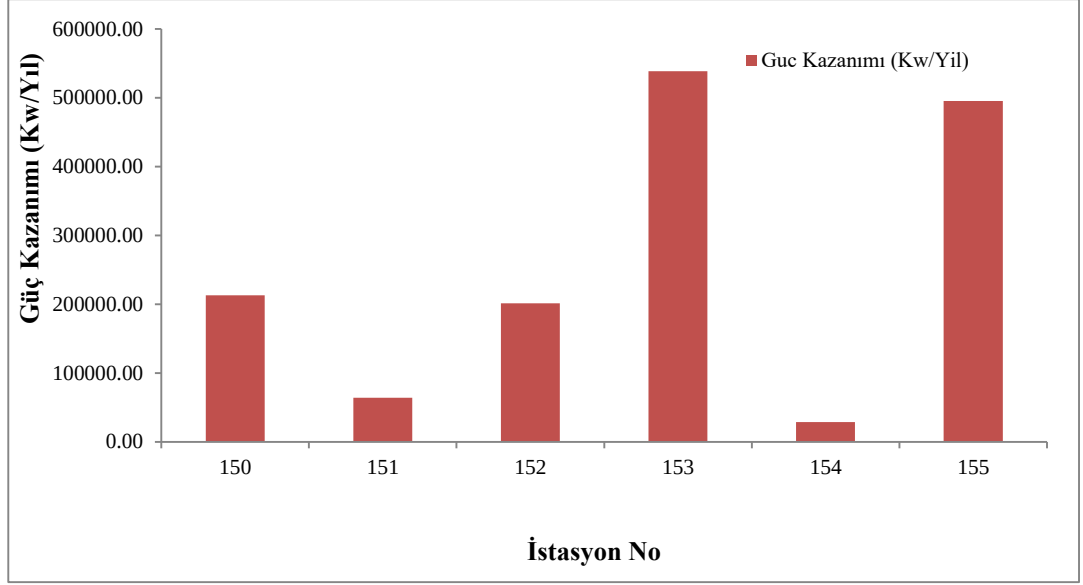
Bu tez çalışması kapsamında uygulama alanı olarak seçilen her iki bölgede yer alan pompa istasyonlarında mevcutta yer hizmet veren pompalar ile yeni seçilen pompaların güçleri karşılaştırılarak güç kazanımları hesaplanmış ve Şekil 5.8’ de verilmiştir.



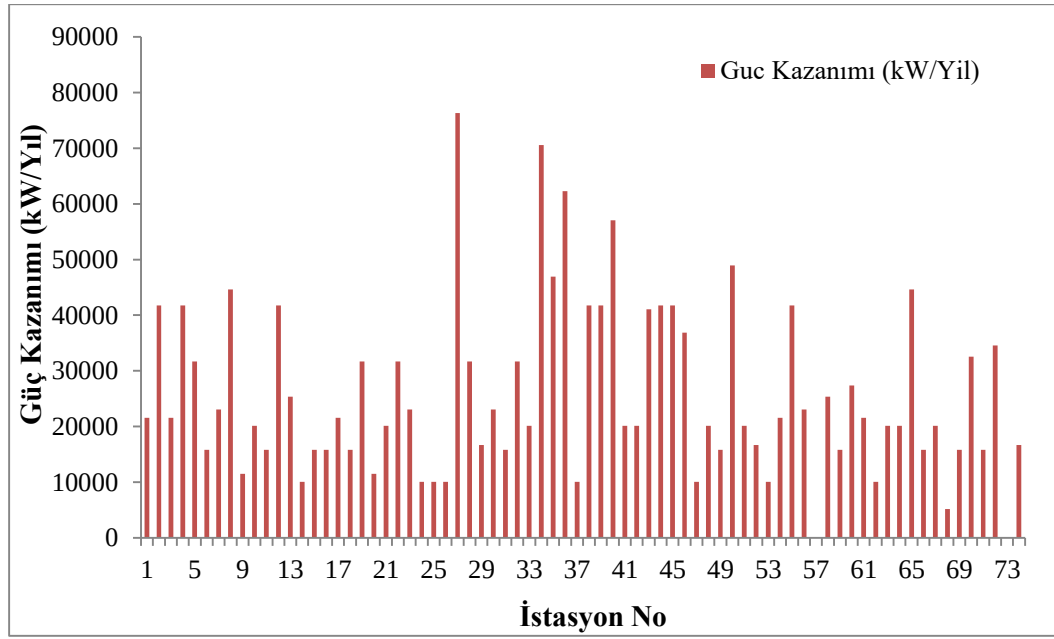
a) Adıyaman ili belde ve köy ilk 80 istasyona ait güç kazanımı grafiği



b) Adıyaman ili belde ve köy 80 ile 149. istasyonlara ait güç kazanımı grafiği



c) Adıyaman ili merkez ve ilçe istasyonlarına ait güç kazanımı grafiği



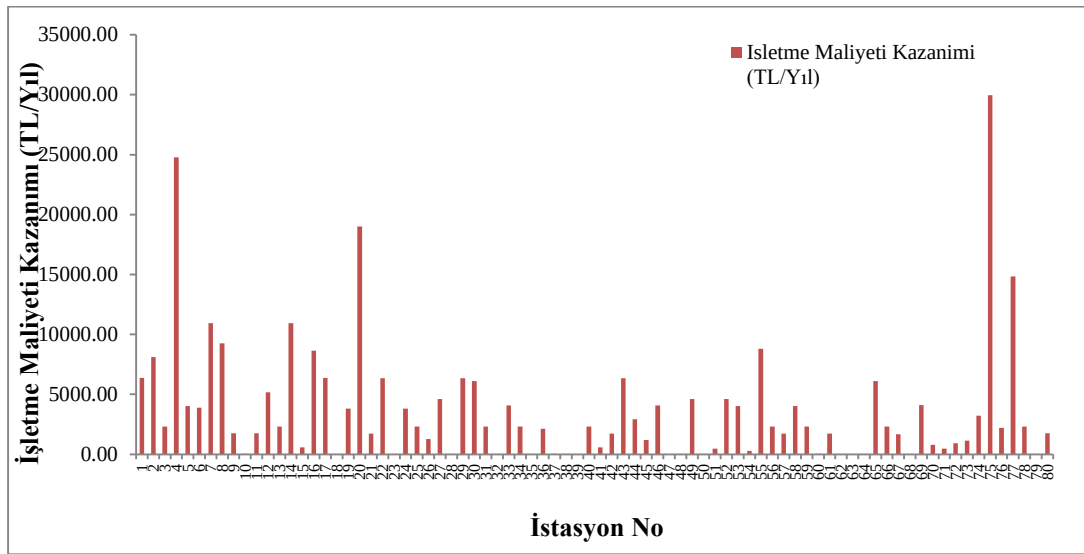
d) Malatya ili istasyonlarına ait güç kazanımı grafiği

Şekil 5.8. Uygulama alanında yer alan pompa istasyonları için güç kazanımları

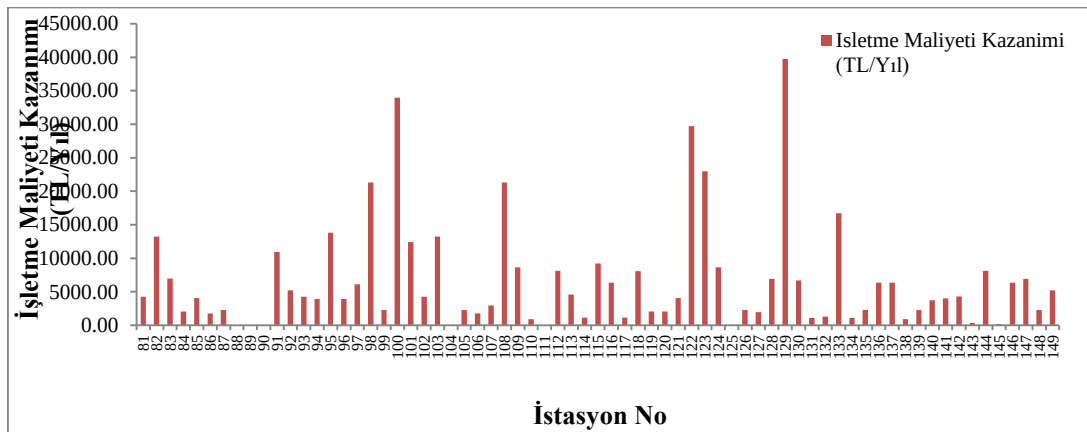
Adıyaman İli belde ve köylerinde bulunan pompa istasyonlarının ait güç kazanımları mevcut güç ile hesaplanan güç farkı ile elde edilmiştir. Adıyaman İlinde

genel olarak hesaplanan güç kazanımının yılda ortalama 22095 kW/yıl olması beklenmektedir.

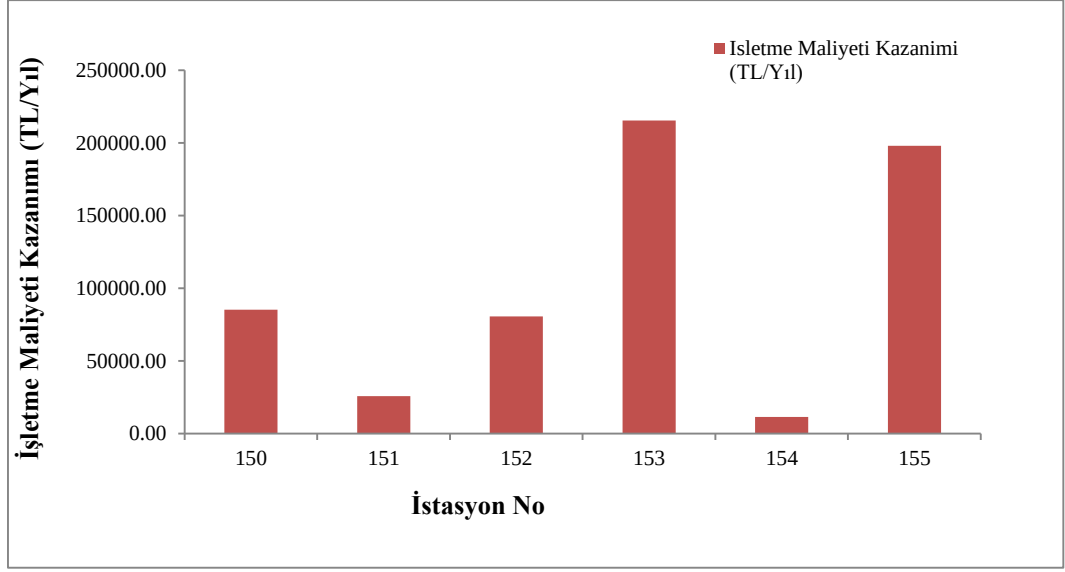
Bu çalışma kapsamında ayrıca, uygulama alanı olarak seçilen her iki bölgede yer alan pompa istasyonlarında mevcutta yer hizmet veren pompalar ile yeni seçilen pompaların güçleri karşılaştırılarak yıllık işletme maliyeti kazanımları hesaplanmış ve Şekil 5.9’ da verilmiştir.



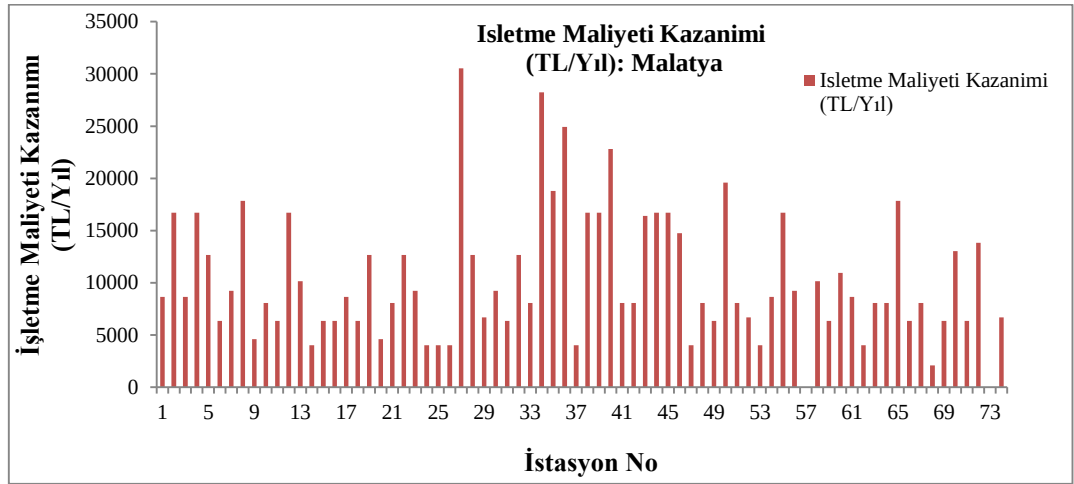
a) Adıyaman İli 1-80 istasyona ait işletme maliyet kazanım grafiği



b) Adıyaman İli 80-149 istasyona ait işletme maliyet kazanım grafiği



c) Adıyaman ili istasyonlarına ait işletme maliyeti kazanımı grafiği



d) Malatya ili istasyonlarına işletme maliyeti kazanımı grafiği

Şekil 5.9. Uygulama bölgesinde pompa istasyonlarının işletme maliyeti kazanımları

Adıyaman ilinde Şekil 5.9' da verilen grafiklere göre işletme maliyeti kazanımı yılda ortalama 8838.39 TL olduğu tespit edilmiştir. Bu hesap sadece güce dayalı işletme maliyeti kazanımıdır. İşletme giderleri daha detaylı olarak seçilen 10 istasyon için yapılmış olup sonuçları çalışmanın devamında gösterilmiştir.

5.3. Seçilen Pompa İstasyonlarının Yenilenmesi ve Ekonomik Analizi

Bu çalışmada Adıyaman ili içerisinde seçilen 10 adet pompa istasyonunun karakteristik özellikleri, yıllık güç kazanımları, fayda maliyet analizi ve son olarak AHP yöntemiyle teknik değerlendirmeler yapılmıştır.

Seçilen pompa istasyonları hizmet ettikleri nüfus yoğunluğu ve terfi debilerinin yüksek olması göz önünde bulundurularak, Adıyaman merkezde Kırkgöz terfi istasyonu, Kahta İlçesinde Kahta Çayı ve Değirmenbaşı terfi istasyonları, Adıyaman ilinde sığınmacıların yaşam alanı olarak tesis edilen ve 13000 nüfusa hizmet veren, Çadirkent terfi istasyonu, Gölbaşı İlçesinde Organize Sanayi bölgesine hizmet veren Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu ve merkez köylerden, Pınaryayla, Durak ve Olgunlar terfi istasyonları, Hasancık beldesine ait Hasancık terfi istasyonu son olarak Kahta Narince köyüne hizmet veren terfi istasyonu çalışma alanı olarak belirlenmiştir.

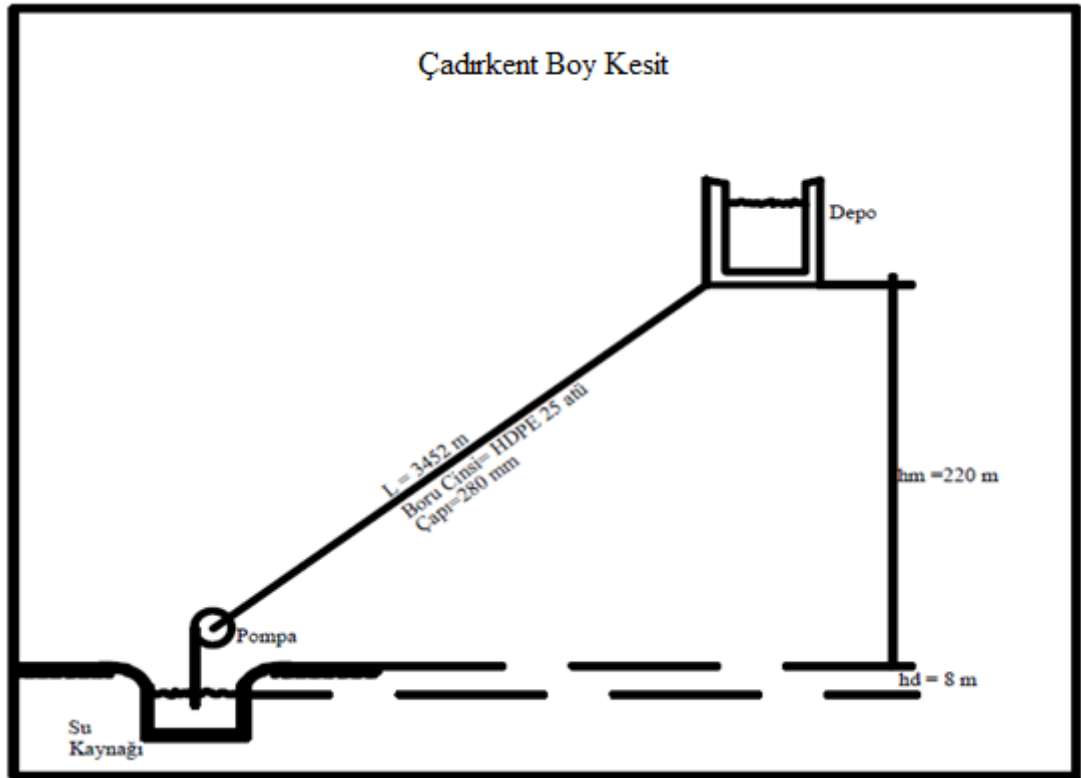
Seçilen istasyonların karakteristik verilerin hazırlandığı bilgiler Çizelge 5.1’ de gösterilmiştir.

Çizelge 5.1. Seçilen pompa istasyonlarının karakteristik bilgileri.

Sıra	İstasyon Adı	Pompa sayısı ve çalışma süresi	Pompa Yaşı (yıl)	Pompa Türü	Hm (mss)	Terfi Debisi (l/s)	Mevcut Harcanan Güç (kWh)
1	Çadirkent	3 pompa sürekli 1 yedek 24 saat	4	Dalgıç	220	30	166
2	Kahta Narince	2 pompa dönüşümlü 8 saat	5	Dalgıç	220	6	58.82
3	Kahta Bel. Kahta Çayı	3 pompa sürekli	26	Yatay	90	112.5	160
4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	10 pompa sürekli	16	Yatay	54	125	350
5	Gölbaşı Organize San. Böl.	Tek pompa	4	Dalgıç	180	15	40
6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	2 pompa sürekli 1 yedek	22	Yatay	100	65	264
7	Olgunlar	Tek pompa	2	Dalgıç	266	3	54
8	Pınaryayla	Tek pompa	7	Dalgıç	200	4.7	37
9	Durak	Tek pompa	15	Dalgıç	320	3	97
10	Hasancık	Tek pompa	16	Dalgıç	54	8	84

5.3.1. Çadırkent terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ilinde sığınmacıların yaşam alanı olarak tesis edilen ve 13000 nüfusa hizmet veren, Çadırkent terfi istasyonunda mevcutta 3 pompa sürekli 1 pompa yedek olarak 24 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1’den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 220 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Çadırkent istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.10’da verilmiştir. Bu istasyonda 30 l/s’lik terfi debisi için harcanan güç 166 kWh değerindedir. Çadırkent istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.2’de verilmiştir.



Şekil 5.10. Çadırkent terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.2. Çadırkent Pompa İstasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	İMPO (3*55.33 kW)			GRUNDFOS CR 64-8-1 (3*40.23 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	166	24	3984	120.69	24	2897
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	108	24	2592	108	24	2592
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	3984	2592	1537	2896.56	2592	1118
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	1537	0.39	0.599	1118	0.39	0.436

Çadırkent terfi istasyonunda yapılan çalışmada her bir pompanın 55.33 kWh mevcut maksimum debiye göre güç harcadığı elimizdeki verilere göre tespit edilmiştir. Sürekli çalışan 3 adet pompa bulunduğu için tüketilen enerji 166 kWh olarak bulunmuş günlük 3984 kWh/gün enerji tüketmektedir.

Çadırkent terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

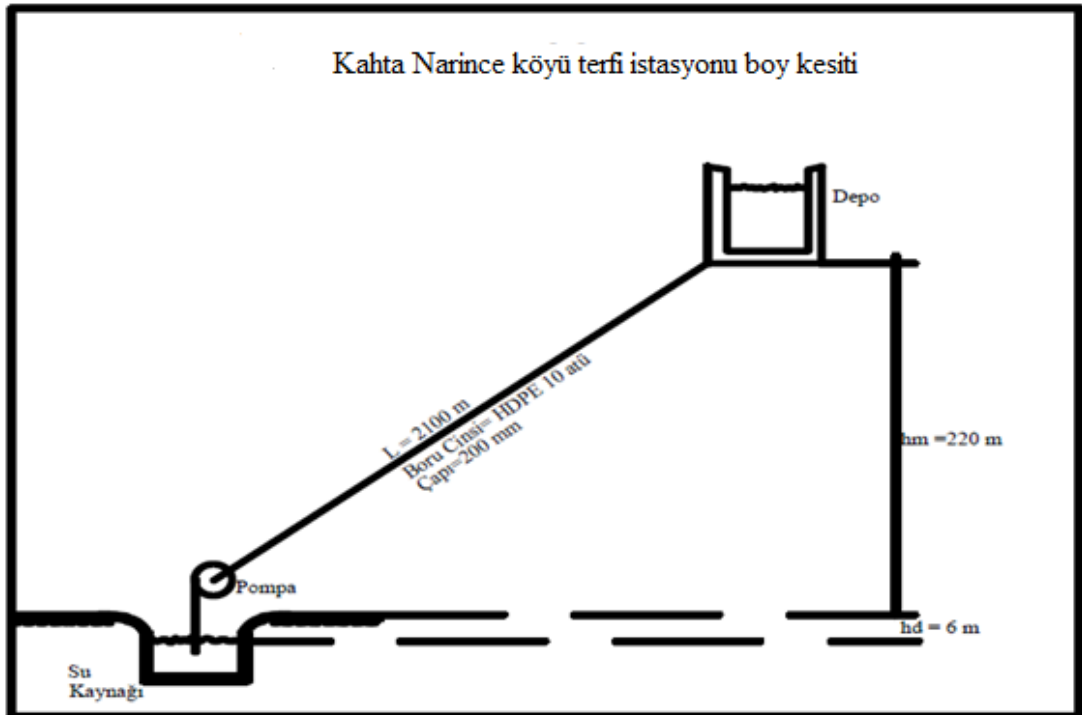
Çadırkent istasyonu için tasarruf oranı = $0.436/0.599 = \% 27.30$ olarak bulunmuştur.

Çadırkent terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı AKEDAŞ verilerine göre 145416 kWh olarak tespit edilmiştir. Tüketilen bu enerjinin maliyet 0.39 TL birim fiyat ile çarpılması işlemi ile yıllık tüketilen enerjinin bedeli tespit edilebilir.

İşlem yapıldığında $145416 \text{ kWh} \times 0.39 = 56.712,24 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Çadırkent terfi istasyonunda 15.479,23 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.2. Kahta Narince köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Kahta ilçesi Narince köyü Atatürk Barajı suyundan su alınarak tesis edilen Narince terfi istasyonu mevcutta 2 pompa dönüşümlü 8'er saat çalışma, 1 pompa yedek olarak hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 220 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Narince istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.11' de verilmiştir. Bu istasyonda 6 l/s' lik terfi debisi için harcanan güç 58.8 kWh değerindedir. Narince istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.3' te verilmiştir.



Şekil 5.11. Kahta Narince terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.3. Kahta Narince pompa istasyonu

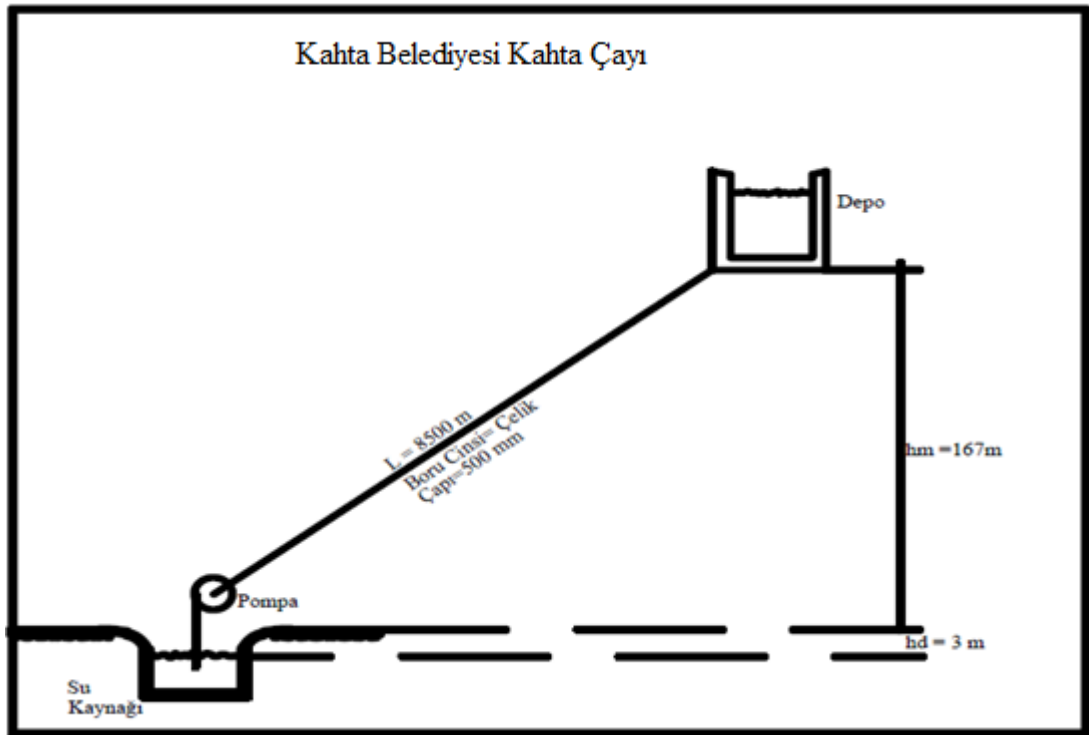
DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	YILDIZSU (2*29.41 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (2*18.24 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	58.82	24	1412	36.48	24	876
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	108	24	2592	108	24	2592
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	1412	2592	0.545	876	2592	0.338
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	0.545	0.39	0.212	0.338	0.39	0.132

Narince terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir. Narince istasyonu için tasarruf oranı = $0.132 \div 0.212 = \% 37.98$ olarak bulunmuştur.

Narince terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 19404 Kwh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $19404 \text{ Kwh} \times 0.39 = 7.567,56 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Narince terfi istasyonunda 2.874,18 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.3. Kahta Çayı terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Kahta İlçesi Kahta Çayından su alınarak tesis edilen Kahta Çayı terfi istasyonunda mevcutta 3 pompa sürekli olarak 24 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1’den görüldüğü gibi bu istasyonda Yatay milli pompa kullanılmakta ve toplamda 90 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Kahta Çayı istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.12’ de verilmiştir. Bu istasyonda 112.5 l/s’ lik terfi debisi için harcanan güç 160 kWh değerindedir. Kahta Çayı istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4’ te verilmiştir.



Şekil 5.12. Kahta Çayı terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.4. Kahta Çayı pompa istasyonu

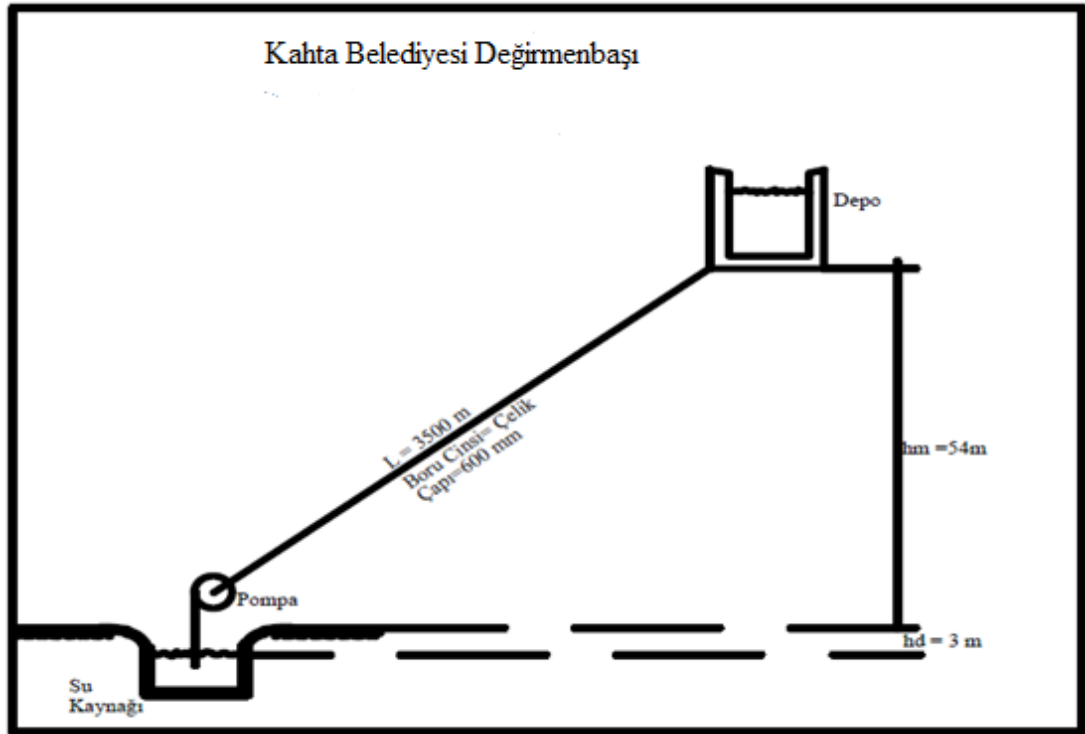
DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	YARDAS (3*53.33 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (3*30 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	160	24	3840	90	24	2160
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	135	24	3240	135	24	3240
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	3840	3240	1.185	2160	3240	0.667
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	1.185	0.39	0.462	0.667	0.39	0.260

Kahta Çayı terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir. Kahta Çayı istasyonu için tasarruf oranı = $0.260 \div 0.462 = \% 43.75$ olarak bulunmuştur.

Kahta Çayı terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 144000 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $144000 \text{ kWh} \times 0.39 = 56.160,00 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Kahta Çayı terfi istasyonunda 24.570,00 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.4. Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Kahta İlçesi Değirmenbaşı mevkisinden su alınarak tesis edilen Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonunda mevcutta 10 pompa sürekli olarak 24 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1’den görüldüğü gibi bu istasyonda Yatay milli pompa kullanılmakta ve toplamda 54 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Kahta Çayı istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.13’ de verilmiştir. Bu istasyonda 125 l/s’ lik terfi debisi için harcanan güç 350 kWh değerindedir. Kahta Çayı istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.5’ te verilmiştir.



Şekil 5.13. Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.5. Kahta Değirmenbaşı pompa istasyonu

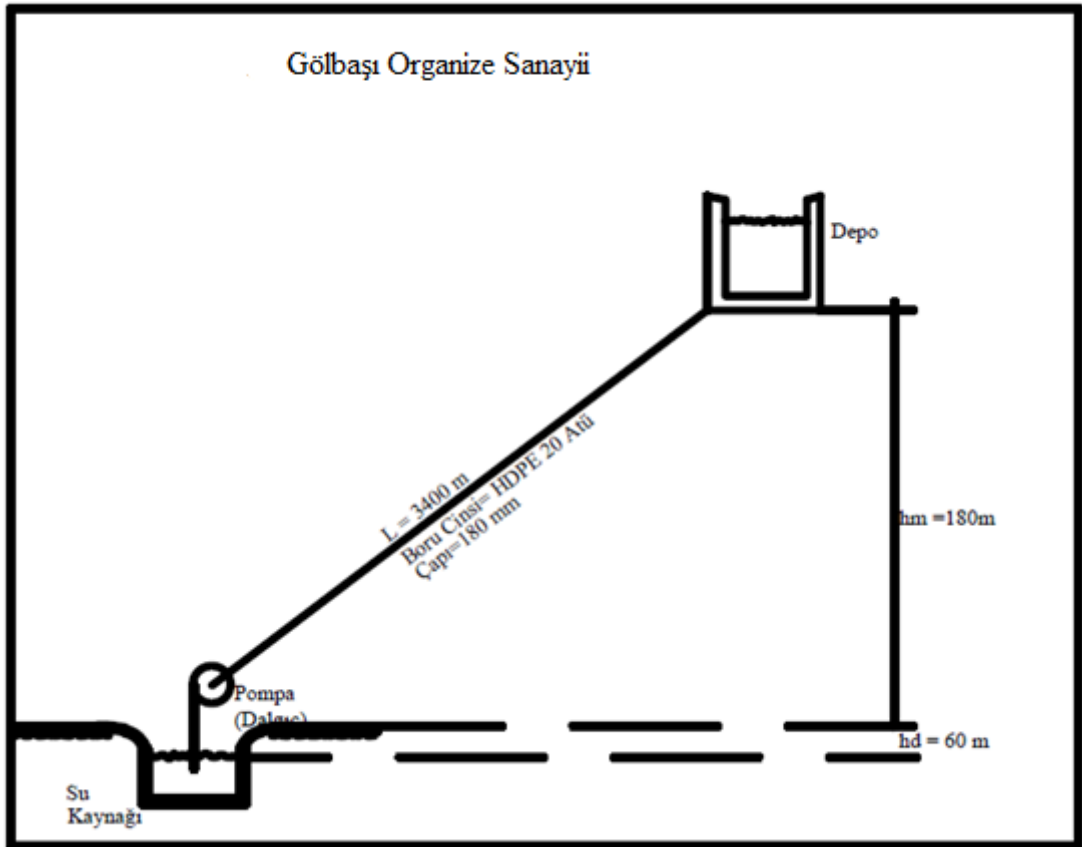
DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	TEMPO (3*29.41 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (3*54.25 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	350	24	8400	163	24	3912
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	270	24	6480	270	24	6480
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	8400	6480	1.296	3912	6480	0.604
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	1.296	0.39	0.506	0.604	0.39	0.235

Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir. Kahta Değirmenbaşı istasyonu için tasarruf oranı $= 0.235/0.506 = \% 53.43$ olarak bulunmuştur.

Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 336000 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $336000 \text{ kWh} \times 0.39 = 131.040,00 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Kahta Değirmenbaşı terfi istasyonunda 70.012,00 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.5. Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Gölbaşı ilçesi organize sanayi mevkisinden su alınarak tesis edilen Gölbaşı organize sanayi terfi istasyonunda mevcutta 1 pompa sürekli olarak 24 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1’den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 180 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Gölbaşı organize sanayi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.14’ te verilmiştir. Bu istasyonda 15 l/s’ lik terfi debisi için harcanan güç 40 kWh değerindedir. Gölbaşı organize sanayi istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.6’ da verilmiştir.



Şekil 5.14. Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.6. Gölbaşı Organize Sanayi pompa istasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	ALARKO (1*40 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (1*30 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	40	24	960	30	24	720
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	54	24	1296	54	24	1296
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	960	1296	0.741	720	1296	0.556
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	0.741	0.39	0.289	0.556	0.39	0.217

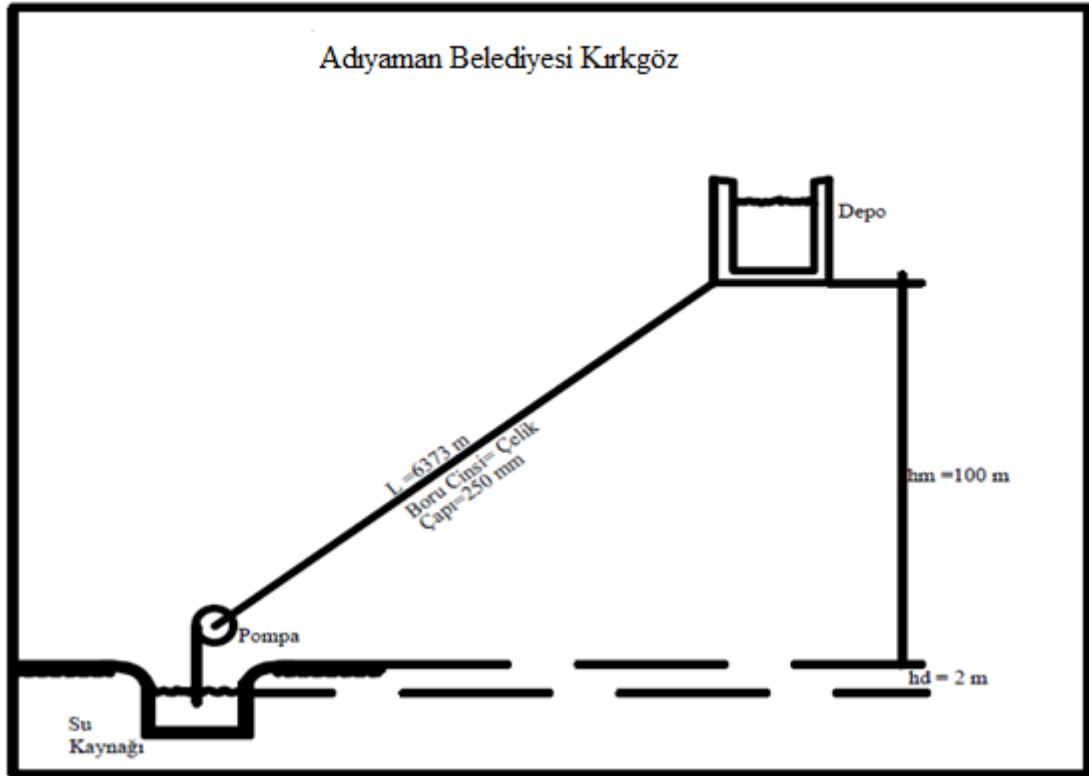
Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Gölbaşı Organize Sanayi istasyonu için tasarruf oranı = $0.217 \div 0.289 = \% 25$ olarak bulunmuştur.

Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 42840 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $42840 \text{ kWh} \times 0.39 = 16.707,60 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Gölbaşı Organize Sanayi terfi istasyonunda 4.176,90 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.6. Adıyaman Kırkgöz terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Kırkgöz mevkiinden su alınarak tesis edilen Kırkgöz terfi istasyonunda mevcutta 2 pompa sürekli ve 1 pompa yedek olarak 24 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Yatay Milli pompa kullanılmakta ve toplamda 100 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Gölbaşı organize sanayi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.15' de verilmiştir. Bu istasyonda 65 l/s'lik terfi debisi için harcanan güç 264 kWh değerindedir. Kırkgöz istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.7' de verilmiştir.



Şekil 5.15. Kırkgöz terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.7. Kırkgöz pompa istasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	EMTAS (2*132 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (2*73.55 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	24	SAAT		24	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	264	24	6336	147.1	24	3530
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	234	24	5616	234	24	5616
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	6336	5616	1.128	3530	5616	0.629
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	1.128	0.39	0.440	0.629	0.39	0.245

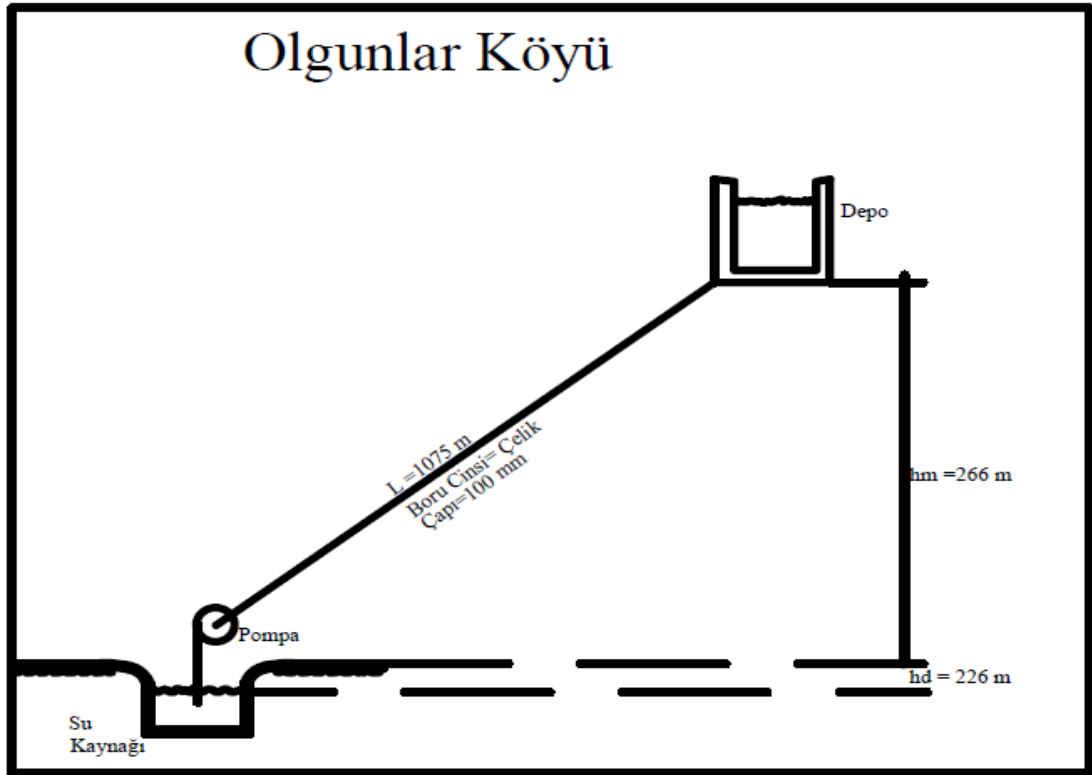
Kırkgöz terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Kırkgöz istasyonu için tasarruf oranı = $0.245 \div 0.440 = \% 44.28$ olarak bulunmuştur.

Kırkgöz terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 414960 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $414960 \text{ kWh} \times 0.39 = 161.834,40$ TL bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Kırkgöz terfi istasyonunda 71.660.76 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.7. Adıyaman Olgunlar köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Olgunlar köyü terfi istasyonunda mevcutta 1 pompa sürekli olarak 8 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 266 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Olgunlar köyü terfi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.16' da verilmiştir. Bu istasyonda 3 l/s' lik terfi debisi için harcanan güç 54 kWh değerindedir. Olgunlar köyü terfi istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.8' de verilmiştir.



Şekil 5.16. Olgunlar terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.8. Olgunlar pompa istasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	İMPO (1*54 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (1*10.84 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	8	SAAT		8	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	54	8	432	10.84	8	87
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	10.8	8	86	10.8	8	86
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	432	86	5	87	86	1.004
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	5	0.39	1.95	1.004	0.39	0.394

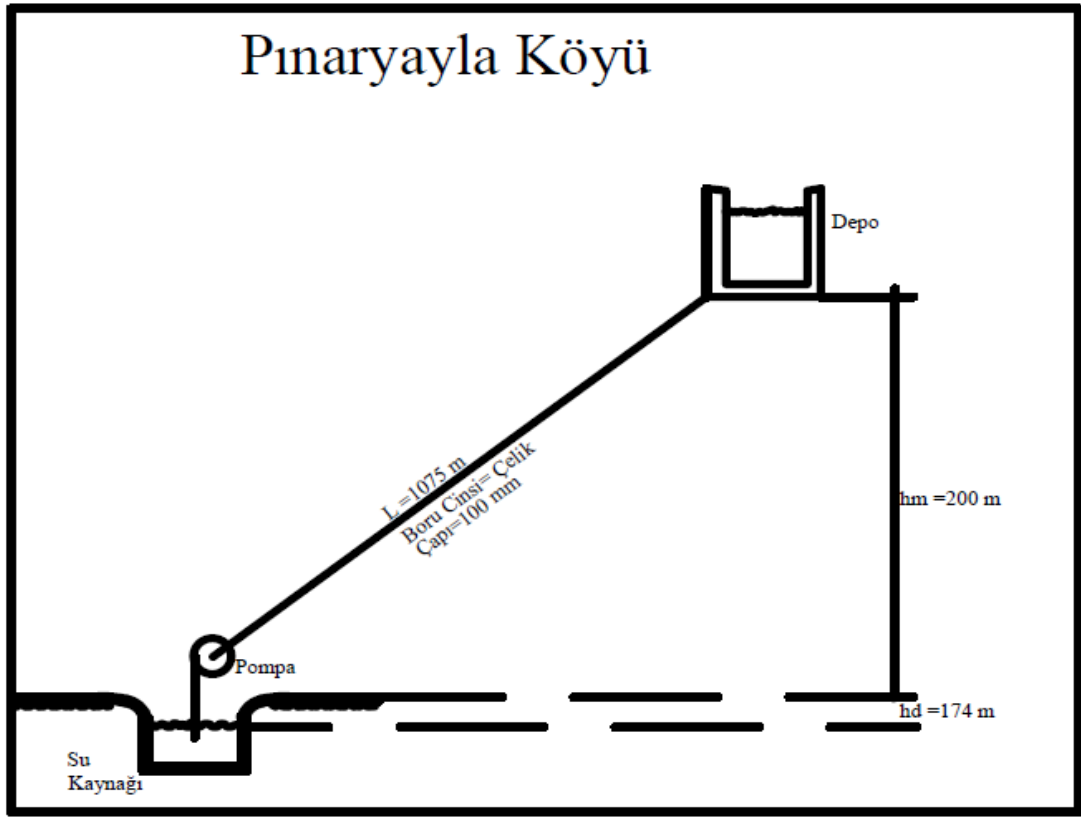
Olgunlar terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Olgunlar istasyonu için tasarruf oranı = $0.394 \div 1.950 = \% 79.93$ olarak bulunmuştur.

Olgunlar terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 15790 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $15790 \text{ kWh} \times 0.39 = 6.158.10 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Olgunlar terfi istasyonunda 4.921,92 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.8. Adıyaman Pınaryayla köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Pınaryayla köyü terfi istasyonunda mevcutta 1 pompa sürekli olarak 8 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 200 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Pınaryayla köyü terfi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.17' de verilmiştir. Bu istasyonda 4.7 l/s' lik terfi debisi için harcanan güç 37 kWh değerindedir. Pınaryayla köyü terfi istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.9' da verilmiştir.



Şekil 5.17. Pınaryayla terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.9. Pınaryayla pompa istasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	GRUNDFOS (1*37 kW)			GRUNDFOS T-40 (1*30 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	8	SAAT		8	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	37	8	296	30	8	240
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	16.92	8	135	16.92	8	135
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	296	135	2.187	240	135	1.773
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	2.187	0.39	0.85	1.773	0.39	0.691

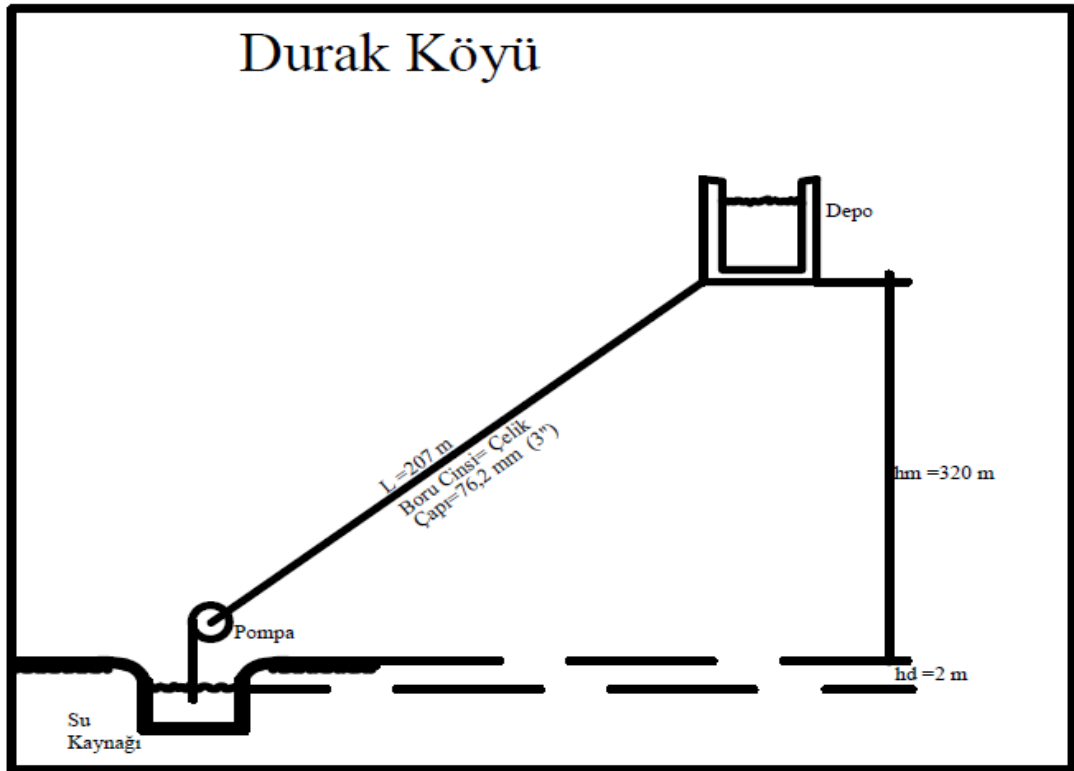
Pınaryayla terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfisindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Pınaryayla istasyonu için tasarruf oranı = $0.691 \div 0.85 = \% 18.92$ olarak bulunmuştur.

Pınaryayla terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 46620 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $46620 \text{ kWh} \times 0.39 = 18.181,80 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Pınaryayla terfi istasyonunda 3.439,80 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.9. Adıyaman Durak köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Durak köyü terfi istasyonunda mevcutta 1 pompa sürekli olarak 8 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 320 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Durak köyü terfi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit Şekil 5.18' de verilmiştir. Bu istasyonda 3 l/s' lik terfi debisi için harcanan güç 97 kWh değerindedir. Durak köyü terfi istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.10' da verilmiştir.



Şekil 5.18. Durak terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.10. Durak pompa istasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	ŞAHİNLER (1*97 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (1*18.5 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	8	SAAT		8	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	97	8	776	18.5	8	148
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	10.8	8	86	10.8	8	86
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	776	86	8.981	148	86	1.713
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	8.981	0.39	3.503	1.713	0.39	0.668

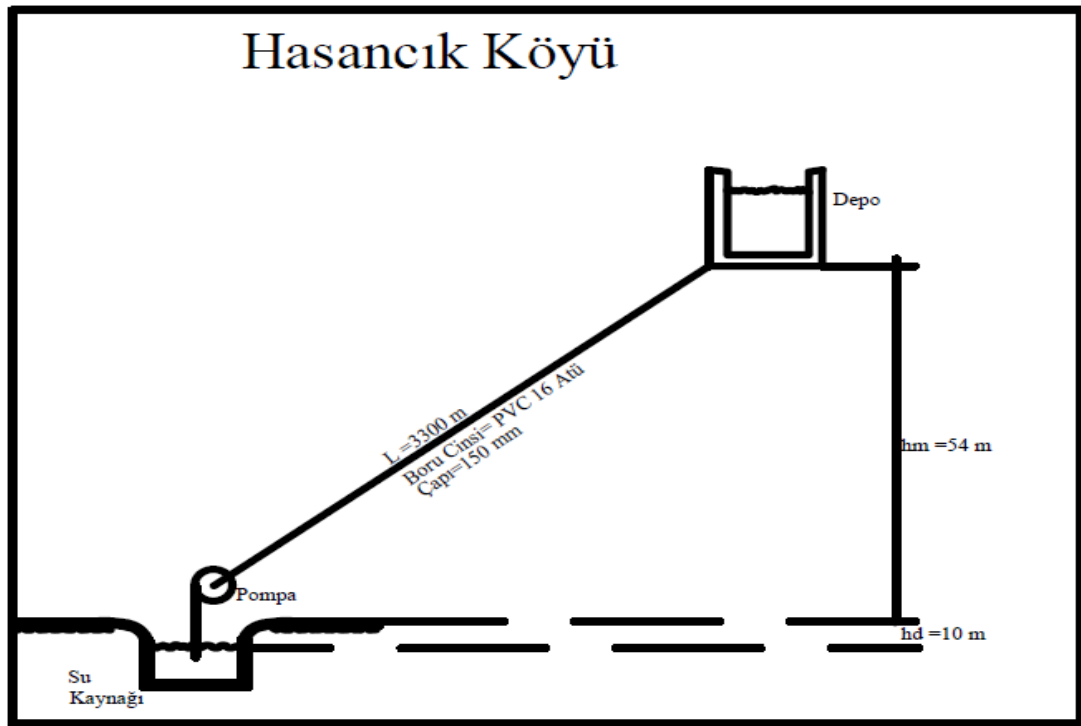
Durak terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfiindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Durak istasyonu için tasarruf oranı = $0.668 \div 3.503 = \% 80.93$ olarak bulunmuştur.

Durak terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 28220 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $28220 \text{ kWh} \times 0.39 = 11.005,80 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Durak terfi istasyonunda 8.906,76 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.10. Adıyaman Hasancık köyü terfi istasyonu fayda maliyet analizi

Adıyaman ili Hasancık köyü terfi istasyonunda mevcutta 1 pompa sürekli olarak 8 saat hizmet vermektedir. Çizelge 5.1' den görüldüğü gibi bu istasyonda Dalgıç pompa kullanılmakta ve toplamda 54 m Hm (terfi yüksekliği) değerine su basılmaktadır. Hasancık köyü terfi istasyonuna ait hazırlanan boy kesit şekil 5.19' da verilmiştir. Bu istasyonda 8 l/s' lik terfi debisi için harcanan güç 84 kWh değerindedir. Durak köyü terfi istasyonunda yeniden pompa seçilmesi durumunda elde edilecek güç ve işletme maliyeti kazanımı yapılan hesaplamalar ve elde edilen sonuçlar Çizelge 5.11' de verilmiştir.



Şekil 5.19. Hasancık terfi istasyonu boy kesiti

Çizelge 5.11. Hasancık Pompa İstasyonu

DEĞERLER	İŞLETMEDEKİ POMPA			YENİLENECEK POMPA		
POMPA ADI	ŞAHİNLER (1*84 kW)			GRUNDFOS MS 6000 (1*7.5 kW)		
GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ (Saat)	8	SAAT		8	SAAT	
TÜKETİLEN ENERJİ (kWh)	84	8	672	7.5	8	60
TERFİ EDİLEN SU MİKTARI (m ³ /gün)	28.8	8	230	10.8	8	230
BİRİM HACİM BAŞINA TÜKETİLEN ENERJİ (kWh/m ³)	672	230	2.917	60	230	0.260
SUYUN MALİYETİ (TL/m ³)	2.917	0.39	1.138	0.260	0.39	0.102

Hasancık terfi istasyonunda yenilenecek pompa kullanılması durumunda maksimum debiye göre suyun terfiindeki tasarruf oranı işletmedeki pompa için hesaplanan suyun maliyetinin yenilenecek pompa için hesaplanan suyun maliyetine oranı olarak bulunabilir.

Hasancık istasyonu için tasarruf oranı = $0.102 \div 1.138 = \% 91.07$ olarak bulunmuştur.

Hasancık terfi istasyonu için yıllık tüketilen gerçek enerji miktarı Akedaş verilerine göre 24340 kWh olarak tespit edilmiştir. İşlem yapıldığında $24340 \text{ kWh} \times 0.39 = 9.492,60 \text{ TL}$ bir bedel karşımıza çıkmaktadır. Bu bedele tasarruf oranı uygulanması sonucu fayda maliyeti olan bedele ulaşılmaktadır. Sonuçta Hasancık terfi istasyonunda 8.645,05 TL tasarruf sağlandığı ortaya çıkmaktadır.

5.3.11. Adıyaman ili terfi istasyonlarının yenilenecek pompalara göre toplam tasarruf miktarı

Adıyaman İli terfi istasyonlarının yenilenecek pompalara göre toplam tasarruf miktarı Çizelge 5.12’ te gösterilmiştir.

Çizelge 5.12. Adıyaman ili için seçilen istasyonların fayda maliyeti hesabı

İstasyon Adı	Tasarruf Oranı (A)	Yıllık tüketim(kWh) (B)	Birim fiyat (TL) (C)	Yıllık tasarruf bedeli (TL) A x B x C
Çadırkent	%27.30	145416	0.39	15.479,23
Kahta Narince	% 37.98	19404	0.39	2.874,18
Kahta Bel. Kahta Çayı	%43.75	144000	0.39	24.570,00
Kahta Bel. Değirmenbası	%53.43	336000	0.39	70.012,80
Golbasi Organize San. Böl.	%25.00	42840	0.39	4.176,90
Adıyaman Bel. Kırkgöz	%44.28	414960	0.39	71.660,76
Olgunlar	%79.93	15790	0.39	4.921,92
Pınaryayla	%18.92	46620	0.39	3.439,80
Durak	%80.93	28220	0.39	8.906,76
Hasancık	%91.07	24340	0.39	8.645,05
TOPLAM				214.687,40

Çizelge 5.12’ ye göre Adıyaman ili sınırları içerisinde incelenen terfi istasyonlarında bulunan pompaların yenilenmesi durumunda 214.687,70 TL tasarruf sağlanması tahmin edilmiştir. Adıyaman genelinde terfi istasyonları potansiyeli göz önüne alındığında oldukça ciddi miktarda tasarruf edilmesi beklenmektedir. Su ve kanal idareleri için çalışmanın bu açıdan iyi bir altlık olması beklenmektedir.

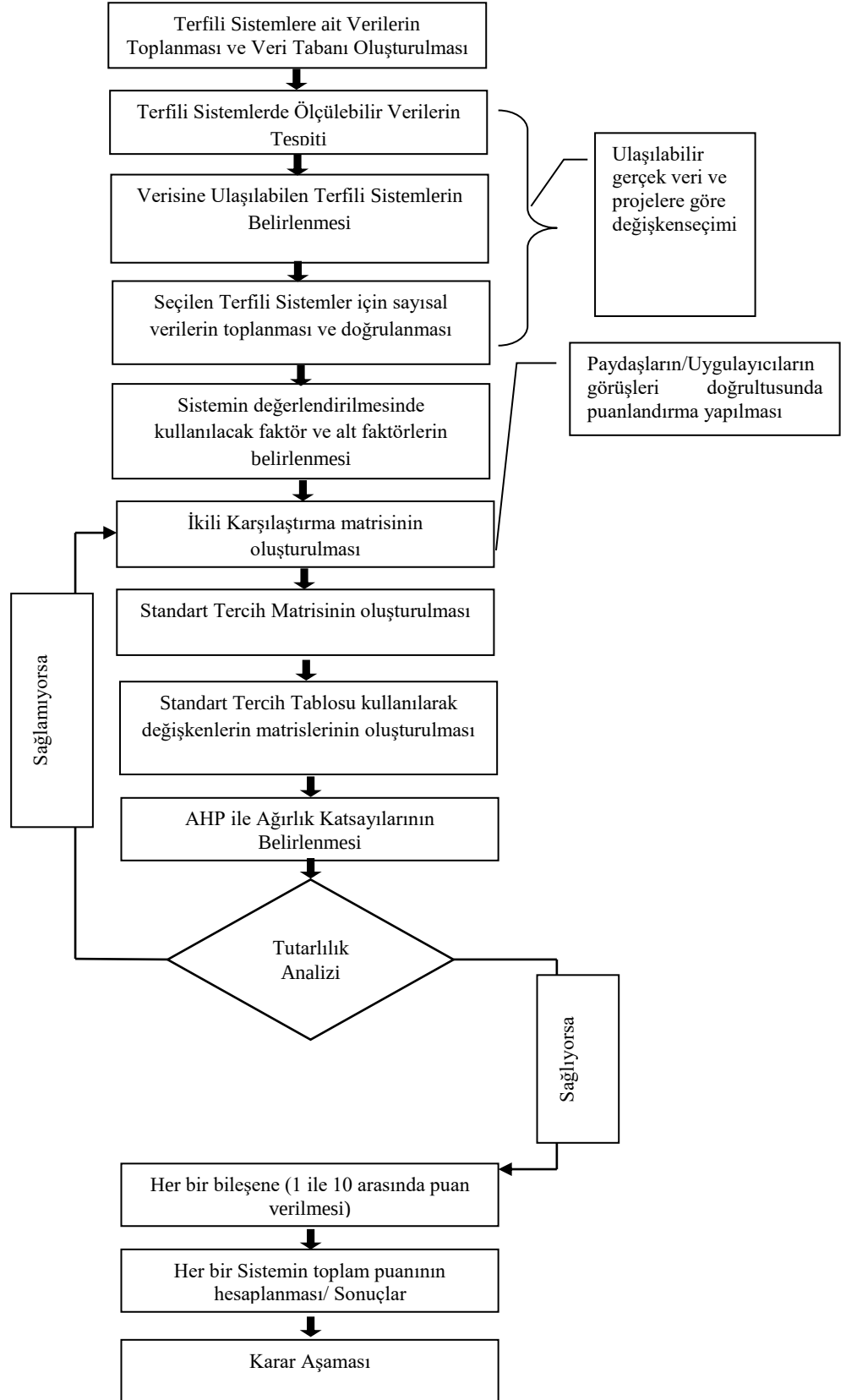
6. TERFİLİ SİSTEMLERİN AHP YÖNTEMİ İLE TEKNİK VE YAPISAL OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

Tez çalışmasının bu bölümünde hizmet veren terfili su iletim sistemlerinin çeşitli değişkenlere göre teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi uygulanmıştır. Çok-ölçütlü karar analizi yaklaşımı olan AHP yönteminin terfili sistemlerin değerlendirilmesindeki amaç, terfili sistemin, pompa istasyonu, yapısal durumu ve iletim hattı gibi ana faktörler ve pompa fiziksel, pompa işletme, teknoloji, pompa binası ve depo binası gibi alt faktörler göz önünde bulundurularak sistemin tümünün teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi şeklinde açıklanabilir. AHP yöntemi ile terfili sistemlerin değerlendirilmesi için oluşturulan akış diyagramı Şekil 6.1’de gösterilmiştir.

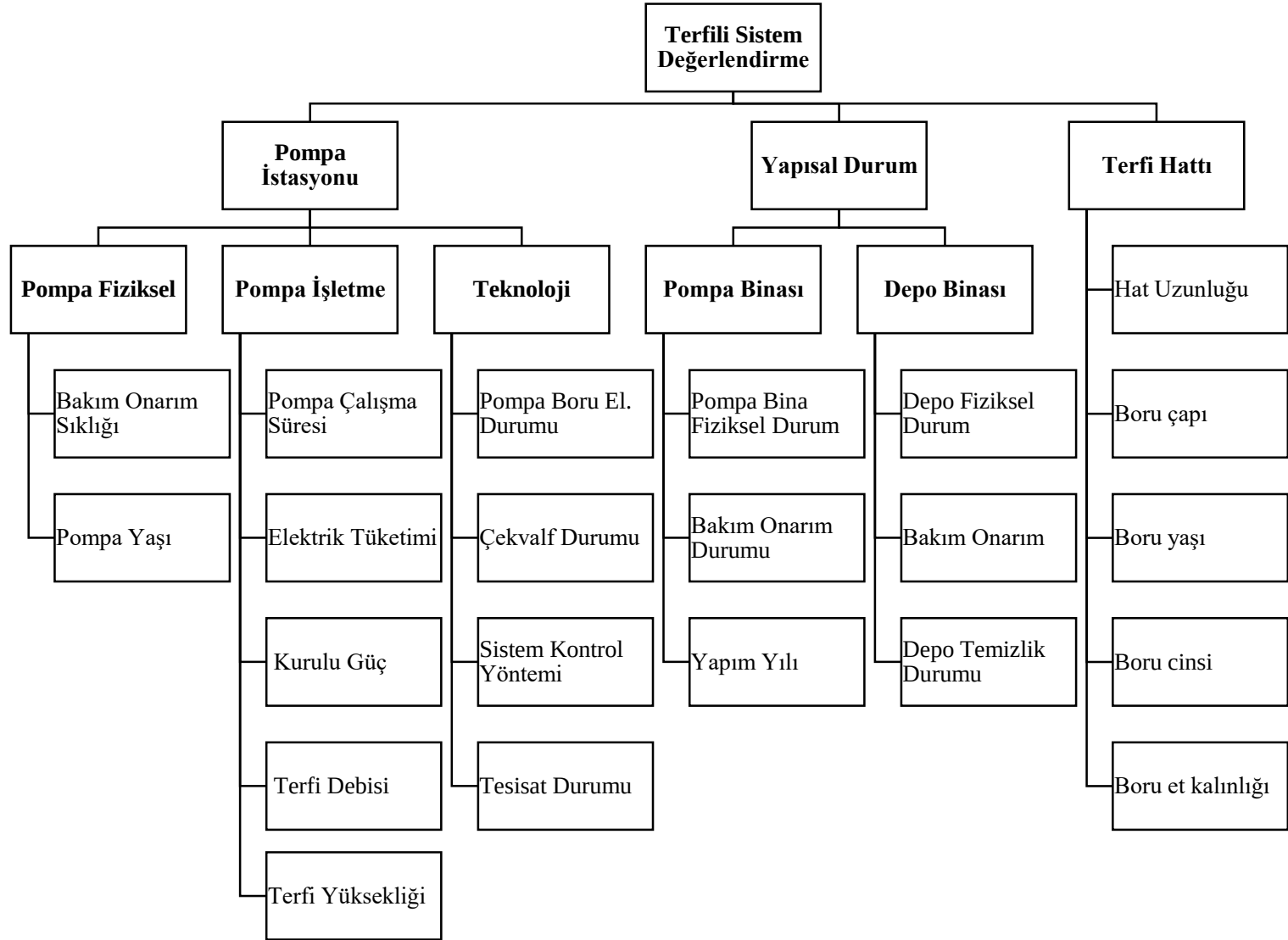
Çok-ölçütlü karar analizi yöntemi olan AHP yönteminin uygulanması en temel adım hedefin belirlenmesi gösterilebilir. Belirlenen hedefe ulaşmak için problem üzerinde etkili olduğu düşünülen ana değişkenlerin belirlenmesi, bu değişkenlere ait alt değişkenlerin ve bu alt değişkenlerin bileşenlerinin belirlenmesi ve ilgilenilen probleme ait hiyerarşik yapının oluşturulması gerekmektedir. Bu çalışmada yapılması planlanan terfili sistemlerin AHP yöntemi ile ilgili hiyerarşik yapı Şekil 6.2’de gösterilmiştir.

Şekil 6.2’ de verilen hedefin gerçekleştirilmesi ve sistemin yapısal durumunun ortaya konulması için tüm faktörlerin ağırlıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için genelde alt yapı alanında faaliyet gösteren kurumlarda çalışan uygulayıcıların görüşleri temel alınmaktadır.

Bu çalışmada da belirlenen tüm faktörlerin ikili karşılaştırılması, her bir faktörün puanlandırılması için, Adıyaman İl Özel İdaresi, Adıyaman Üniversitesi Yapı ve Teknik İşleri Daire Başkanlığı bünyesinde çalışan idareciler ile teknik personellerin görüşleri alınmıştır.



Şekil 6.1. Terfi sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için akış diyagramı



Şekil 6.2. Terfili iletim sistemlerinin teknik olarak değerlendirilmesi için Hiyerarşik yapı

Tez kapsamında belirlenen uygulayıcıların görüşlerinin alınması ve terfi sistemlerin değerlendirilmesinde göz önüne alınan ana faktörlerin ve diğer alt faktörlerin puanlandırılması için Çizelge 6.1-6.9’da verilen form oluşturulmuştur.

Çizelge 6.1. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde Etkili ana faktörlerin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa İstasyonu	Yapısal Durum	Terfi Hattı
Pompa İstasyonu	1		
Yapısal Durum		1	
Terfi Hattı			1

Çizelge 6.2. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İstasyonu alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa Fiziksel	Pompa İşletme	Teknoloji
Pompa Fiziksel	1		
Pompa İşletme		1	
Teknoloji			1

Çizelge 6.3. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Yapısal Durum alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa Binası	Depo Binası
Pompa Binası	1	
Depo Binası		1

Çizelge 6.4. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Fiziksel alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Bakım Onarım Sıklığı	Pompa Yaşı
Bakım Onarım Sıklığı	1	
Pompa Yaşı		1

Çizelge 6.5. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İşletme alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa Çalışma Süresi	Elektrik Tüketimi	Kurulu Güç	Terfi Debisi	Terfi Yüksekliği
Pompa Çalışma Süresi	1				
Elektrik Tüketimi		1			
Kurulu Güç			1		
Terfi Debisi				1	
Terfi Yüksekliği					1

Çizelge 6.6. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Teknoloji alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa Boru El. Durumu	Çekvalf Durumu	Sistem Kontrol Yöntemi	Tesisat Durumu
Pompa Boru El. Durumu	1			
Çekvalf Durumu		1		
Sistem Kontrol Yöntemi			1	
Tesisat Durumu				1

Çizelge 6.7. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Pompa Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu	Yapım Yılı
Pompa Bina Fiziksel Durum	1		
Bakım Onarım Durumu		1	
Yapım Yılı			1

Çizelge 6.8. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Depo binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Depo Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu	Depo Temizlik Durumu
Depo Bina Fiziksel Durum	1		
Bakım Onarım Durumu		1	
Depo Temizlik Durumu			1

Çizelge 6.9. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Terfi Hattı alt faktörlerinin ikili karşılaştırılması

Kategori	Hat Uzunluğu	Boru çapı	Boru yaşı	Boru cinsi	Boru et kalınlığı
Hat Uzunluğu	1				
Boru çapı		1			
Boru yaşı			1		
Boru cinsi				1	
Boru et kalınlığı					1

AHP yönteminin uygulanması ve sonuçların konulmasında en önemli adımlardan biri de faktörlerin puanlandırılması olarak verilebilir. Bunun için Saaty (1980) tarafından Çizelge 6.10’da verilen puanlandırma tablosu önerilmiş olup bu çalışmada da katılımcıların bu tabloya göre puan vermeleri istenmiştir.

Çizelge 6.10. Saaty (1980) tarafından önerilen AHP puanlandırma tablosu

Puan	Puan Açıklaması
1	Faktörler Eşit Önemde
3	Faktör 1, Faktör 2’ ye göre biraz daha önemli (üstünlük seviyesi az)
5	Faktör 1, Faktör 2’ ye göre fazla önemli (üstünlük seviyesi fazla)
7	Faktör 1, Faktör 2’ ye göre çok daha fazla önemli (üstünlük seviyesi çok)
9	Faktör 1, Faktör 2’ ye göre son derece önemli (üstünlük seviyesi çok)
2, 4, 6, 8	Ara Değerler

Çalışma kapsamında uygulayıcıların verdiği puanlandırmalara göre ana faktörler ve bunlara ait alt faktörler için oluşan ikili karşılaştırma puanları Çizelge 6.11, 6.12 ve 6.13’ de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde Etkili ana faktörlerin ikili karşılaştırma Puanları

Kategori	Pompa İstasyonu	Yapısal Durum	Terfi Hattı
Pompa İstasyonu	1	2	3
Yapısal Durum	1/2	1	2
Terfi Hattı	1/3	1/2	1

Çizelge 6.11’de verilen sonuçlardan da görüldüğü gibi, uygulayıcıların görüşlerine göre Pompa İstasyonu faktörü, Yapısal Durum ve Terfi Hattı faktörlerine göre daha önemli olduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 6.12. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İstasyonu alt faktörlerinin ikili karşılaştırma Puanları

Kategori	Pompa Fiziksel	Pompa İşletme	Teknoloji
Pompa Fiziksel	1	1	6
Pompa İşletme	1	1	4
Teknoloji	1/6	1/4	1

Çizelge 6.12’de Pompa İstasyonu faktörüne ait alt faktörlerin ikili karşılaştırma puanlarına göre Pompa Fiziksel faktör, Teknoloji faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilirken, Pompa Fiziksel ile Pompa İşletme faktörlerinin aynı önemde olduğu görülmüştür. Diğer taraftan pompa işletme faktörünün yine teknoloji faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.13. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Yapısal Durum alt faktörlerinin ikili karşılaştırma Puanları

Kategori	Pompa Binası	Depo Binası
Pompa Binası	1	1/4
Depo Binası	4	1

Çizelge 6.13’de Yapısal Durum faktörüne ait alt faktörlerin ikili karşılaştırma puanlarına göre Depo Binası faktörünün Pompa Binası faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.14. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Fiziksel alt faktörlerinin ikili karşılaştırması

Kategori	Bakım Onarım Sıklığı	Pompa Yaşı
Bakım Onarım Sıklığı	1	1/2
Pompa Yaşı	2	1

Çizelge 6.14’de Pompa Fiziksel alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre Pompa Yaşı faktörünün Bakım-Onarım Sıklığı faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.15. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa İşletme alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanları

Kategori	Pompa Çalışma Süresi	Elektrik Tüketimi	Kurulu Güç	Terfi Debisi	Terfi Yüksekliği
Pompa Çalışma Süresi	1	1/5	1/5	1/2	1/2
Elektrik Tüketimi	5	1	1	3	3
Kurulu Güç	5	1	1	5	5
Terfi Debisi	2	1/3	1/5	1	1
Terfi Yüksekliği	2	0.33	0.2	1	1

Çizelge 6.15’de Pompa işletme alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre Kurulu güç faktörünün Pompa Çalışma süresi, Elektrik Tüketimi, Terfi Debisi ve Terfi Yüksekliği faktörlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Elektrik Tüketimi faktörünün de Terfi Debisi ve Terfi Yüksekliği faktörlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.16. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Teknoloji alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanları

Kategori	Pompa Boru El. Durumu	Çekvalf Durumu	Sistem Kontrol Yöntemi	Tesisat Durumu
Pompa Boru El. Durumu	1	1/3	1/3	1
Çekvalf Durumu	3	1	1	3
Sistem Kontrol Yöntemi	3	1	1	3
Tesisat Durumu	1	1/3	1/3	1

Çizelge 6.16’de Teknoloji alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre Çekvalf Durumu ve Sistem Kontrol Yöntemi faktörlerinin Pompa Boru Elemanı durumu ve Tesisat Durumu faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.17. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Pompa Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanları

Kategori	Pompa Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu	Yapım Yılı
Pompa Bina Fiziksel Durum	1	2	3
Bakım Onarım Durumu	1/2	1	3
Yapım Yılı	1/3	1/3	1

Çizelge 6.17’de pompa binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre Pompa Bina Fiziksel Durum faktörünün Bakım Onarım Durumu ve Yapım Yılı faktörlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.18. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Depo Binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanları

Kategori	Depo Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu	Depo Temizlik Durumu
Depo Bina Fiziksel Durum	1	3	3
Bakım Onarım Durumu	1/3	1	2
Depo Temizlik Durumu	1/3	1/2	1

Çizelge 6.18’de depo binası alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre depo bina fiziksel durum faktörünün Bakım Onarım Durumu ve Depo Temizlik Durumu faktörlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Bakım Onarım Durumu faktörünün Depo Temizlik Durumu faktörüne göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 6.19. Terfili sistem teknik değerlendirme üzerinde etkili Terfi Hattı alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanları

Kategori	Hat Uzunluğu	Boru çapı	Boru yaşı	Boru cinsi	Boru et kalınlığı
Hat Uzunluğu	1	3	1	3	2
Boru çapı	1/3	1	1/3	1	2
Boru yaşı	1	3	1	3	3
Boru cinsi	1/3	1	1/3	1	1
Boru et kalınlığı	1/2	1/2	1/3	1	1

Çizelge 6.19’da terfi hattı alt faktörlerinin ikili karşılaştırma puanlarına göre boru yaşı faktörünün diğer faktörlere göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Hat uzunluğu faktörü ile Boru Yaşı faktörü eşit derecelendirilmiş olup Hat Uzunluğu faktörünün Boru Çapı, Boru Cinsi, Boru Et Kalınlığı faktörlerine göre daha önemli olduğu tespit edilmiştir. Yukarıda verilen puanlandırmalar temel alınarak AHP yöntemi ile her bir faktör ve alt faktör için ağırlık katsayıları elde edilmiştir. Bu ağırlık katsayıları hesaplanırken CI ve CR tutarlılık ölçütleri de belirlenmiştir. Terfi sistemi değerlendirmesinde göz önünde bulundurulanan her bir ana faktör ve alt faktör için ağırlık katsayı hesaplama sonuçları

Çizelge 6.20. Ana ve alt faktörler için belirlenen ağırlık katsayıları

Faktör	Ağırlık Katsayısı (W _i)	CI	CR	Alt Faktör	Ağırlık Katsayısı (W _i)	CI	CR
Pompa İstasyonu (PIFP)	0.54	0.0046	0.0079	Pompa Fiziksel (PFP)	0.48	0.0092	0.016
				Pompa İşletme (PIP)	0.42		
				Teknoloji	0.10		
Yapısal Durum (YDFP)	0.30			Pompa Binası (PBNP)	0.20	0.00	---
				Depo Binası (DBNP)	0.80		
Terfi Hattı (THP)	0.16						

Çizelge 6.20’de verilen sonuçlar incelendiğinde, ana faktörler için elde edilen ağırlık katsayılarına göre, Pompa İstasyonu faktörü katsayısı (0.54), Yapısal Durumu ve Terfi Hattı faktörlerinin ağırlık katsayılarına göre daha yüksek elde edilmiştir. Bu ana faktörler için hesaplanan tutarlılık analizi katsayısı CR değerinin sınır değer olan 0.10’dan daha düşük çıktığı görülmüştür.

Benzer şekilde Pompa İstasyonu ana faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.48 ile Pompa Fiziksel için elde edilirken, en düşük değer 0.14 ile Teknoloji için hesaplanmıştır. Diğer taraftan Yapısal Durum ana faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.80 ile Depo Bina için elde edilirken, en düşük değer 0.20 ile Pompa Bina için hesaplanmıştır.

Çizelge 6.21. Ana ve alt faktörler için belirlenen ağırlık katsayıları

Faktör	Alt Faktör	Ağırlık Katsayısı (W_i)	CI	CR
Pompa Fiziksel	Bakım Onarım Sıklığı	0.33	0.00	---
	Pompa Yaşı	0.67		
Pompa İşletme	Pompa Çalışma Süresi	0.07	0.016	0.014
	Elektrik Tüketimi	0.33		
	Kurulu Güç	0.40		
	Terfi Debisi	0.10		
	Terfi Yüksekliği	0.10		
Teknoloji	Pompa Boru El. Durumu	0.13	0.00	---
	Çekvalf Durumu	0.37		
	Sistem Kontrol Yöntemi	0.37		
	Tesisat Durumu	0.13		
Pompa Binası	Pompa Bina Fiziksel Durum	0.53	0.026	0.046
	Bakım Onarım Durumu	0.33		
	Yapım Yılı	0.14		
Depo Binası	Depo Bina Fiziksel Durum	0.59	0.026	0.046
	Bakım Onarım Durumu	0.25		
	Depo Temizlik Durumu	0.16		
Terfi Hattı	Hat Uzunluğu	0.31	0.0258	0.023
	Boru çapı	0.13		
	Boru yaşı	0.33		
	Boru Cinsi	0.11		
	Boru et kalınlığı	0.11		

Çizelge 6.21’de verilen sonuçlar incelendiğinde, Pompa Fiziksel faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.67 ile Pompa Yaşı için elde edilirken, en düşük değer 0.33 ile Pompa Bakım-Onarım Sıklığı için hesaplanmıştır.

Benzer şekilde Teknoloji faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.40 ile Kurulu Güç için elde edilirken, en düşük değer 0.10 ile Terfi Debisi ve Terfi Yüksekliği için hesaplanmıştır.

Ayrıca Pompa İşletme faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık

katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.37 ile Çekvalf ve Sistem Kontrol Yöntemi elde edilirken, en düşük değer 0.13 ile Pompa Boru Elemanları Durumu ve Tesisat Durumu için hesaplanmıştır.

Diğer taraftan Pompa Binası ana faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.50 ile Pompa Bina Fiziksel Durum için, en düşük değer 0.14 ile Yapım Yılı için hesaplanmıştır. Çizelgeden, Depo Binası ana faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde en yüksek değer 0.59 ile Depo Bina Fiziksel Durum için, en düşük değer 0.16 ile Depo Temizlik Durumu için hesaplanmıştır.

Çizelgeden son olarak Terfi Hattı faktörüne ait alt faktörler için hesaplanan ağırlık katsayıları incelendiğinde, en yüksek değer 0.33 ile Boru Yaşı için hesaplandığı, en düşük değer 0.11 ile Boru Cinsi ve Et Kalınlığı için elde edildiği görülmüştür.

Tez kapsamında her bir faktör için ağırlık katsayıları hesaplandıktan boru elemanları için yapısal ve teknik durum değerlendirmesi yapmak için alt faktöre ait alt bileşenler puanlandırılmıştır. Alt faktörler için oluşturulan alt bileşenler ve bu alt bileşenler için verilen puanlar Çizelge 6.22’ de gösterilmektedir. Bu tabloda verilen puanlandırmada, 1 değeri yapısal ve teknik durum üzerinde en az etkiye sahip olduğunu gösterirken, 10 değeri yapısal ve teknik durum üzerinde oldukça etkili olduğunu göstermektedir.

Çizelge 6.22. Faktörlerin alt bileşenlerine ait puanlandırmalar

Faktör	Alt Faktör	Aralık	Puan
Pompa Fiziksel	Bakım-Onarım Sıklığı (sayı/yıl)	0-1	9
		1-2	8
		2-3	8
		3-4	7
		4-5	5
		>5	3
	Pompa Yaşı (Yıl)	>20	10
		15-20	8
		10-15	7
		5-10	4
		<5	2
Pompa İşletme	Pompa Çalışma Süresi (saat)	>14	10
		12-14	9
		10-12	9
		8-10	8
		6-8	7
		<8	7
	Elektrik Tüketimi (Kwh/gün)	>450	10
		350-450	8
		250-350	6
		150-250	4
		50-150	3
		<50	1
	Kurulu Güç(Kw)	>250	8
		200-250	6
		150-200	5
		100-150	4
		50-100	3
		<50	1
	Terfi Debisi (l/s)	>100	9
		75-100	7
		50-75	6
		25-50	5
		<25	2
	Terfi Yüksekliği (m)	>200	8
		150-200	6
		100-150	5
		50-100	2
		<50	1
Teknoloji	Pompa Boru Elemanlarının Durumu	Çok iyi	3
		iyi	5
		orta	7
		kötü	10
	Çekvalf Durumu	Çok iyi	3
		iyi	5
		orta	7

	Sistem Kontrol Yöntemi	kötü	10
		Otomatik	4
		Manuel	6
	Tesisat Durumu	Çok iyi	3
		iyi	5
		orta	6
		kötü	8
Pompa Binası	Pompa Binası Fiziksel Durum	İyi	3
		Normal	5
		Kötü	7
	Pompa Binası Bakım-Onarım Sıklığı (sayı/yıl)	>3	2
		2-3	7
		0-2	10
	Pompa Binası Yaşı	>20	8
		15-20	6
		10-15	6
		<10	2
Depo Binası	Depo Binası Fiziksel Durum	İyi	2
		Normal	5
		Kötü	8
	Depo Binası Bakım-Onarım Sıklığı (sayı/yıl)	>3	4
		2-3	6
		0-2	9
	Depo Binası Temizlik Sıklığı (sayı/yıl)	>3	4
		2-3	7
		0-2	9
Terfi Hattı	Hat Uzunluğu (km)	>7	8
		5-7	7
		3-5	5
		1-3	4
		<1	3
	Boru çapı (mm)	>400	3
		300-400	4
		200-300	4
		100-200	6
		<100	7
	Boru yaşı (yıl)	>20	8
		15-20	7
		10-15	6
		5-10	5
		<5	3
	Boru cinsi	Çelik	4
		HDPE	4
		PVC	7
		AÇB	9
	Boru et kalınlığı	>20	3
		10-20	4
		<10	5

Tez kapsamında, tüm faktörlere ait ağırlık katsayıları belirlendikten ve her bir alt bileşene ait puanlandırma oluşturulduktan sonra terfi sisteminin yapısal ve teknik durum değerlendirmek için her bir sistem için puan hesaplanmış ve sınıfı belirlenmiştir. Bu amaçla temel olarak aşağıdaki hesaplama yolu izlenmiştir;

1. Pompa İstasyonu Faktörü Puanı (PIFP) hesabı

$$PIFP = w_{pf} \cdot PFP + w_{pi} \cdot PIP + w_{te} \cdot TEP \quad (6.1)$$

Pompa Fiziksel Puanı (PFP) hesabı

$$PFP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.2)$$

Pompa İşletme Puanı (PIP) hesabı

$$PIP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.3)$$

Teknoloji Puanı (TEP) hesabı

$$TEP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.4)$$

Burada, w_{pf} ; pompa fiziksel faktör ağırlık katsayısı, w_{pi} ; pompa işletme faktör ağırlık katsayısı, w_{te} ; Teknoloji faktör ağırlık katsayısı, w_i ; her bir ana faktöre ait alt faktörlerin ağırlık katsayıları, c_i ; alt faktörlerin alt bileşenlerine ait puanları göstermektedir.

2. Yapısal Durumu Faktörü Puanı (YDFP) hesabı

$$YDFP = w_{pb} \cdot PBNP + w_{db} \cdot DBNP \quad (6.5)$$

Pompa Bina Puanı (PBNP) hesabı

$$PBNP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.6)$$

Depo Bina Puanı (DBNP) hesabı

$$DBNP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.7)$$

3. Terfi Hattı Faktörü Puanı (THP) hesabı

$$THP = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M w_i \cdot c_i \quad (6.8)$$

4. Terfi Sistem Değerlendirme Puanı (TSD) hesabı

$$TSD = w_p \cdot PIFP + w_y \cdot YDFP + w_{th} \cdot THP \quad (6.9)$$

Burada, w_{pb} ; pompa bina faktör ağırlık katsayısı, w_{db} ; depo bina faktör ağırlık katsayısı, w_p ; Pompa İstasyonu ana faktör ağırlık katsayısı, w_y ; Yapısal Durum ana faktör ağırlık katsayısı, w_{th} ; Terfi hattı ana faktör ağırlık katsayısını göstermektedir. Terfi sistemlerinin yapısal ve teknik değerlendirilmesi için seçilen istasyonlar Çizelge 6.23 ve 6.24’te verilmiştir.

Çizelge 6.23. Terfi sistemlerinin yapısal ve teknik değerlendirilmesi için seçilen istasyonlar

Sistem Kodu	İstasyon Adı	Pompa İstasyonu										
		Pompa Fiziksel		Pompa İşletme					Teknoloji			
		Bakım Onarım Sıklığı (/yıl)	Pompa Yaşı (yıl)	Pompa Çalışma Süresi (saat)	Elektrik Tüketimi yıllık kwh	Kurulu Güç (Kwh)	Terfi Debisi (l/s)	Terfi Yüks. (m)	Pompa Boru El. Durumu	Çekvalf Durumu	Sistem Kontrol Yöntemi	Tesisat Durumu
TS1	Çadırkent	1	4	24	145416	166	30	220	iyi	iyi	manuel	iyi
TS2	Kahta Narince	2	5	24	19404	58,82	6	220	iyi	iyi	manuel	iyi
TS3	Kahta Bel. Kahta Çayı	4	26	24	144000	160	112,5	90	iyi	orta	manuel	kötü
TS4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	2	16	24	336000	350	125	54	iyi	orta	manuel	kötü
TS5	Gölbaşı organize san. Bol.	1	4	8	42840	40	15	180	iyi	iyi	manuel	iyi
TS6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	4	22	24	414960	264	65	100	kötü	kötü	manuel	kötü
TS7	Olgunlar ky.	1	2	8	15790	54	3	266	iyi	orta	manuel	orta
TS8	Pınaryayla ky.	1	7	8	46620	37	4,7	200	iyi	orta	manuel	orta
TS9	Durak	1	15	8	28220	97	3	320	orta	orta	manuel	kötü
TS10	Hasancık	1	16	8	24340	84	8	54	orta	orta	manuel	orta

Çizelge 6.24. Terfi sistemlerinin yapısal ve teknik değerlendirilmesi için seçilen istasyonlar

Sistem Kodu	İstasyon Adı	Yapısal Durumu						Terfi Hattı				
		Pompa Binası			Depo Binası			Hat Uzunluğu (m)	Boru çapı (mm)	Boru yaşı (yıl)	Boru cinsi	Boru et kalınlığı (mm)
		Pompa Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Yapım Yılı	Depo Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Depo Temizlik Durumu (/yıl)					
TS1	Çadırkent	iyi	1	2012	Normal	1	2	3452,00	280	4	HDPE	38,30
TS2	Kahta Narince	Normal	2	2006	Normal	2	2	2100,00	200	5	HDPE	11,90
TS3	Kahta Bel. Kahta Çayı	Normal	4	1990	kötü	4	4	8500,00	500	26	Çelik	9,50
TS4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	Normal	2	2000	kötü	2	4	3500,00	600	16	Çelik	9,50
TS5	Golbasi organize san. Bol.	iyi	1	2014	Normal	1	1	3400,00	180	4	HDPE	20,10
TS6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	Kötü	4	1994	kötü	4	4	6373,00	250	22	AÇB	7,50
TS7	Olgunlar ky.	Normal	1	2008	Normal	1	1	1075,00	100	2	Çelik	4,78
TS8	Pınaryayla ky.	Normal	1	1997	Normal	1	1	1492,00	125	20	Çelik	4,00
TS9	Durak	Normal	1	2000	Normal	1	1	207,00	76,2	15	Çelik	4,78
TS10	Hasancık	Normal	1	2001	Normal	1	1	3300,00	150	16	PVC	14,50

Tez kapsamında, belirlen 10 adet terfi istasyonuna ait fiziksel özellikler ve diğer bilgiler elde edildikten sonra her bir istasyon için yukarıda tanımlanan faktörlere ait puanlar hesaplanmıştır. Terfi sistemi Pompa Fiziksel Puan (PFP) değerleri Çizelge 6.25’ te, Terfi sistemi için Teknoloji (TEP) değerleri Çizelge 6.26’ da, Terfi sistemi için Pompa İşletme Puanı (PIP) değerleri, Çizelge 6.27’ de verilmiştir.

Çizelge 6.25. Terfi sistemi Pompa Fiziksel Puan (PFP) değerleri

Sistem Kodu	Faktörler		Puanlar		
	Bakım Onarım Sıklığı (/yıl)	Pompa Yaşı (yıl)	Bakım Onarım Sıklığı (/yıl)	Pompa Yaşı	PFP
TS1	1	4	9	2	4.31
TS2	2	5	8	4	5.32
TS3	4	26	5	10	8.35
TS4	2	16	8	8	8
TS5	1	4	9	2	4.31
TS6	4	22	5	10	8.35
TS7	1	2	9	2	4.31
TS8	1	7	9	4	5.65
TS9	1	15	9	7	7.66
TS10	1	16	9	8	8.33

Çizelge 6.26. Terfi sistemi için Teknoloji (TEP) değerleri

Sistem Kodu	Faktörler				Puanlar				
	Pompa Boru El. Durumu	Çekvalf Durumu	Sistem Kontrol Yöntemi	Tesisat Durumu	Pompa Boru El. Durumu	Çekvalf Durumu	Sistem Kontrol Yöntemi	Tesisat Durumu	TEP
TS1	iyi	iyi	manuel	iyi	5	5	6	5	5.37
TS2	iyi	iyi	manuel	iyi	5	5	6	5	5.37
TS3	iyi	orta	manuel	kötü	5	7	6	6	6.24
TS4	iyi	orta	manuel	kötü	5	7	6	6	6.24
TS5	iyi	iyi	manuel	iyi	5	5	6	5	5.37
TS6	Kötü	Kötü	manuel	Kötü	10	10	6	8	8.26
TS7	iyi	orta	manuel	orta	5	7	6	6	6.24
TS8	iyi	orta	manuel	orta	5	7	6	6	6.24
TS9	orta	orta	manuel	kötü	7	7	6	8	6.76
TS10	orta	orta	manuel	orta	7	7	6	6	6.5

Çizelge 6.27. Terfi sistemi için Pompa İşletme Puanı (PIP) değerleri

	Faktörler						Puanlar					
Sistem Kodu	Pompa Çalışma Süresi (saat)	Elektrik Tüketimi yıllık kwh	Elektrik Tüketimi/gün	Kurulu Güç (Kwh)	Terfi Debisi (l/s)	Terfi Yüks. (m)	Pompa Çalışma Süresi (saat)	Elektrik Tüketimi yıllık kwh	Kurulu Güç (Kwh)	Terfi Debisi (l/s)	Terfi Yüks. (m)	PIP
TS1	24	145416	398.4	166	30	220	10	8	5	5	8	7.2
TS2	24	19404	53.16164	58.82	6	220	10	3	3	2	8	4.1
TS3	24	144000	394.5205	160	112.5	90	10	8	5	9	2	7.0
TS4	24	336000	920.5479	350	125	54	10	10	8	9	2	9.0
TS5	8	42840	117.3699	40	15	180	7	3	1	2	6	2.9
TS6	24	414960	1136.877	264	65	100	10	10	8	6	5	9.0
TS7	8	15790	43.26027	54	3	266	7	1	3	2	8	3.1
TS8	8	46620	127.726	37	4.7	200	7	3	1	2	8	3.1
TS9	8	28220	77.31507	97	3	320	7	3	3	2	8	3.9
TS10	8	24340	66.68493	84	8	54	7	3	3	2	2	3.3

Ayrıca, Terfi sistemi için Pompa Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri Çizelge 6.28’de, Terfi sistemi için Depo Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri Çizelge 6.29’da gösterilmiştir.

Çizelge 6.28. Terfi sistemi için Pompa Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri

Sistem Kodu	Faktörler				Puanlar			
	Pompa Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Yapım Yılı	Yaş (yıl)	Pompa Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Yaş (yıl)	PBNP
TS1	iyi	1	2012	5	3	10	2	5.17
TS2	Normal	2	2006	11	5	7	6	5.8
TS3	Normal	4	1990	27	5	2	8	4.43
TS4	Normal	2	2000	17	5	7	6	5.8
TS5	iyi	1	2014	3	3	10	2	5.17
TS6	Kötü	4	1994	23	7	2	8	5.49
TS7	Normal	1	2008	9	5	10	2	6.23
TS8	Normal	1	1997	20	5	10	8	7.07
TS9	Normal	1	2000	17	5	10	6	6.79
TS10	Normal	1	2001	16	5	10	6	6.79

Çizelge 6.29. Terfi sistemi için Depo Binası Faktörü Puanı (PBNF) değerleri

Sistem Kodu	Faktörler			Puanlar			
	Depo Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Depo Temizlik Durumu (/yıl)	Depo Bina Fiziksel Durum	Bakım Onarım Durumu (/yıl)	Depo Temizlik Durumu (/yıl)	DBNP
TS1	Normal	1	2	5	9	7	6.32
TS2	Normal	2	2	5	7	7	5.82
TS3	kötü	4	4	8	4	4	6.36
TS4	kötü	2	4	8	7	4	7.11
TS5	Normal	1	1	5	9	9	6.64
TS6	kötü	4	4	8	4	4	6.36
TS7	Normal	1	1	5	9	9	6.64
TS8	Normal	1	1	5	9	9	6.64
TS9	Normal	1	1	5	9	9	6.64
TS10	Normal	1	1	5	9	9	6.64

Her bir alt faktör için hesaplanan puanlar yardımıyla ana faktörlere ait puanlar hesaplanmıştır. Terfi sistemi için Pompa İstasyon Faktörü Puanı (PIFP) değerleri Çizelge 6.30'da. Terfi sistemi için Yapısal Durum Faktörü Puanı (YDFP) değerleri Çizelge 6.31'de. Terfi sistemi için Terfi Hattı Puanı (THP) değerleri Çizelge 6.32'de verilmiştir.

Çizelge 6.30. Terfi sistemi için Pompa İstasyon Faktörü Puanı (PIFP) değerleri

Sistem Kodu	İstasyon Adı	PFP	PIP	TEP	PIFP
TS1	Çadırkent	4.31	7.20	5.37	5.63
TS2	Kahta Narince	5.32	4.10	5.37	4.81
TS3	Kahta Bel. Kahta Çayı	8.35	7.00	6.24	7.57
TS4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	8.00	9.00	6.24	8.24
TS5	Golbasi organize san. Bol.	4.31	2.89	5.37	3.82
TS6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	8.35	9.00	8.26	8.61
TS7	Olgunlar ky.	4.31	3.09	6.24	3.99
TS8	Pinaryayla ky.	5.65	3.09	6.24	4.63
TS9	Durak	7.66	3.89	6.76	5.99
TS10	Hasancık	8.33	3.29	6.50	6.03

Çizelge 6.31. Terfi sistemi için Yapısal Durum Faktörü Puanı (YDFP) değerleri

Sistem Kodu	İstasyon Adı	PBNP	DBNP	YDFP
TS1	Çadırkent	5.17	6.32	6.09
TS2	Kahta Narince	5.80	5.82	5.82
TS3	Kahta Bel. Kahta Çayı	4.43	6.36	5.97
TS4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	5.80	7.11	6.85
TS5	Golbasi organize san. Bol.	5.17	6.64	6.35
TS6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	5.49	6.36	6.19
TS7	Olgunlar ky.	6.23	6.64	6.56
TS8	Pinaryayla ky.	7.07	6.64	6.73
TS9	Durak	6.79	6.64	6.67
TS10	Hasancık	6.79	6.64	6.67

Çizelge 6.32. Terfi sistemi için Terfi Hattı Puanı (THP) değerleri

	Faktörler					Puanlar					
Sistem Kodu	Hat Uzunluğu (m)	Boru çapı (mm)	Boru Yaşı (yıl)	Boru cinsi	Boru et kalınlığı	Hat Uzunluğu	Boru çapı	Boru yaşı	Boru cinsi	Boru et kalınlığı	THP
TS1	3452.00	280	4	HDPE	38.30	5	4	3	4	3	3.83
TS2	2100.00	200	5	HDPE	11.90	4	4	5	4	4	4.29
TS3	8500.00	500	26	Çelik	9.50	8	3	8	4	5	6.50
TS4	3500.00	600	16	Çelik	9.50	5	3	7	4	5	5.24
TS5	3400.00	180	4	HDPE	20.10	5	6	3	4	3	4.09
TS6	6373.00	250	22	AÇB	7.50	7	4	8	9	5	6.87
TS7	1075.00	100	2	Çelik	4.78	4	6	3	4	5	4.00
TS8	1492.00	125	20	Çelik	4.00	4	6	7	4	5	5.32
TS9	207.00	76.2	15	Çelik	4.78	3	7	6	4	5	4.81
TS10	3300.00	150	16	PVC	14.50	5	6	7	7	4	5.85

Her bir ana faktör ve alt faktör için hesaplanan puanlar yardımıyla her bir terfi sistemi için Terfi Sistemi Değerlendirme Puanı (TSD) değerleri hesaplanmış Çizelge 6.33'te verilmiştir. Ayrıca hesaplanan bu puanların değerlendirilmesi için Sınıf aralıkları oluşturulmuş ve Çizelge 6.34'te verilmiştir.

Çizelge 6.33. Terfi Sistemi Değerlendirme Puanı (TSD) değerleri

Sistem Kodu	İstasyon Adı	PFP	YDFP	THP	TSD	Sınıf	Durum
TS1	Çadırkent	5.63	6.09	3.83	5.480	C	Orta
TS2	Kahta Narince	4.81	5.82	4.29	5.030	C	Orta
TS3	Kahta Bel. Kahta Çayı	7.57	5.97	6.50	6.921	D	Kötü
TS4	Kahta Bel. Değirmenbaşı	8.24	6.85	5.24	7.345	D	Kötü
TS5	Golbasi organize san. Bol.	3.82	6.35	4.09	4.621	C	Orta
TS6	Adıyaman Bel. Kırkgöz	8.61	6.19	6.87	7.607	D	Kötü
TS7	Olgunlar ky.	3.99	6.56	4.00	4.762	C	Orta
TS8	Pinaryayla ky.	4.63	6.73	5.32	5.371	C	Orta
TS9	Durak	5.99	6.67	4.81	6.003	C	Kötü
TS10	Hasancık	6.03	6.67	5.85	6.193	C	Kötü

Çizelge 6.34. Terfi Sistemi değerlendirilmesinde sınıf aralıkları.

Sınıf	Puan Aralığı	Yapısal ve Teknik Durumu
A	[0-2]	Çok İyi
B	[2-4]	İyi
C	[4-6]	Orta
D	[6-8]	Kötü
E	[8-10]	Çok Kötü

Çizelge 6.33'te verilen sonuçlara göre. TS3. TS4 ve TS6 istasyonları D sınıfında yer alırken diğer istasyonların C sınıfına düştüğü görülmektedir.

7. SONUÇLAR

Su temini sistemlerinde pompa istasyonlarının enerji performansının analizi ve değerlendirilmesi çalışmasında elde edilen veriler ışığında ulaşılan sonuçlar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada su temini hizmeti veren belediyeler, il özel idareleri ve diğer kamu kurumları başta olmak üzere terfili sistemlerde kullanılan pompaların analizi yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir.

Çalışma sırasında en çok karşımıza çıkan zorluklardan birisi sağlıklı verilere ulaşılamaması olmuştur. Kamu kurumların özellikle eski verileri korumakta yetersiz olduğu gözlemlenmiştir. Adıyaman il özel idaresi pompalar için düzenli olarak bakım kartları envanteri tutmuş olması bu çalışma için önemli bir veri kaynağı olmuştur. Ancak bu bakım kartlarının da güncellenmeden arşivlenmiş olması değiştirilen pompaların tespitini oldukça güçleştirmiştir. Çalışma için yaklaşık 450 adet bakım kartı kaydı bulunan pompa istasyonu incelenmiştir. İncelenen bu pompa istasyonlarından bulunabilen en sağlıklı verilerin olduğu 155 adet pompa istasyonu çalışmaya dahil edilmiştir. Bu istasyonlara ait karakteristik özellikler, pompa yaşları, pompa türleri, terfi debileri, pompa güçleri, pompa istasyonunun hizmet verdiği nüfuslar olarak sunulmuştur.

Su temini sistemlerinde çalışma alanlarında yapılan inceleme neticesinde karakteristik özellikler bakımından elde edilen bulgular;

- Pompa türü olarak hem Adıyaman ilinde (88 adet) hem de Malatya ilinde (78 adet) dalgıç pompa türü yoğun olarak kullanılmıştır. Bunun sebebi olarak yeraltı suyuna ulaşma gayreti olduğu düşünülmektedir.
- Adıyaman ilinde pompa istasyonları 5 ile 10 yaş arasında (%29.68 oranında) yoğun olduğu takiben 10 ile 15 yaş aralığının da %21.93 ile yoğun olarak kullanıldığı sonucuna ulaşılmıştır.
- Bu durum eskiyen pompaların 5 ile 15 yıl zaman aralığında arıza veya verim düşmesi nedeniyle veya başka sebeplerden değiştirildiğini göstermektedir.
- Terfi debilerine göre yapılan inceleme neticesinde Adıyaman İlinde %55.48 oranında, Malatya İlinde ise %39.74 oranında 2 ile 4 l/s debi aralığında yoğunluk olduğu tespit edilmiştir.

- Pompa güçlerine göre yapılan inceleme neticesinde 5 ile 10 kW arasında güce sahip pompaların daha yoğun olarak kullanıldığı tespit edilmiştir.
- Mevcutta hizmet veren pompaların 12.13 kWh mevcut ortalama güce sahip olduğu bulunmuştur.
- Diğer taraftan mevcut koşullar altında yeni belirlenen pompalar için hesaplanan ortalama güç ise 7.8 kWh olarak tespit edilmiştir.
- Benzer şekilde Malatya ili pompa istasyonlarında mevcutta hizmet veren pompalar 15.08 kWh ortalama güce sahip olduğu tespit edilmiştir.
- Diğer taraftan mevcut koşullar altında yeni belirlenen pompalar için hesaplanan ortalama güç ise 6.82 kWh olarak tespit edilmiştir.
- Bu durumun belde ve köylerde nüfus yoğunluğunun etkisiyle genelde ihtiyacın üstünde güçte pompaların seçilmesinin neden olduğu düşünülmektedir.
- Yapılan hesaplamalara göre, Adıyaman İlinde genel olarak hesaplanan güç kazanımının yılda ortalama 22095 kW/yıl olması beklenmektedir.
- Adıyaman ilinde verilen grafiklere göre işletme maliyeti kazanımı yılda ortalama 8838.39 TL olduğu tespit edilmiştir.

Adıyaman İlinde bulunan pompa istasyonlarının enerji performansını değerlendirmek üzere özellikle 10 kW ve üzeri 10 adet pompa istasyonu incelenmiştir. Öncelikle pompa istasyonlarının karakteristik özellikleri ortaya konulmuştur.

Seçilen 10 terfi istasyonu için eldeki verilere göre yapılan yeni pompa hesapları çıkarılmıştır. Yenilen pompa istasyonları çizelgeler halinde ortaya konulmuştur. Hesaplar pompa istasyonlarının maksimum debi ile sürekli çalışma esasına göre yapılmıştır. Sonuçta pompaların yenilenmesi durumunda ne kadar tasarruf edileceği oranları tespit edilmiştir. Bu oranlar hem yenilenen pompa için hem de eski pompa için maksimum debi ve sürekli (8 veya 24 saat) çalışma esasına göre yapılmıştır.

Ancak gerçekte hiçbir pompa istasyonu maksimum debi ile sürekli çalışma imkanına sahip değildir. Bu nedenle daha sağlıklı sonuçlar elde edilmesi amacıyla seçilen istasyonlara ait 2016 yılı için Adıyaman elektrik tedarikçi şirketi Akedaş tarafından yıllık tüketimleri temin edilmiştir. Bu tüketimleri yıllık birim fiyat (0.39 TL) ile çarpılması sonucu harcana enerji bedeli bulunmuştur. Sonuçta yapılan fayda maliyet analizi ile Adıyaman ili için karşımıza çıkan tasarruf miktarı 214.687,40 TL olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmanın ilgili kamu kurum ve kuruluşlar için önemli bir altlık oluşturacağı ve terfi sistemlerinin projelendirilmesi aşamalarında faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca Kamu kaynaklarının daha verimli kullanılmasına ve en önemlisi iklim değişikliği ve küresel ısınma nedeniyle enerji kaynaklarının verimli kullanılması zorunluluğu düşünüldüğünde çalışmanın katkı sağlaması göz ardı edilmemelidir.

Çalışma hizmet veren terfili sistemlerin çeşitli değişkenlere göre teknik ve yapısal olarak değerlendirilmesi amacıyla Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) yöntemi uygulanmıştır. Bunun için, terfili sistemin, pompa istasyonu, yapısal durumu ve iletim hattı gibi ana faktörler ve pompa fiziksel, pompa işletme, teknoloji, pompa binası ve depo binası gibi alt faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Kurulan AHP modeli Adıyaman ilinde hizmet veren 10 istasyon için uygulanmıştır. Uygulama sonucunda, Kahta Belediyesi Kahta Çayı İstasyonu, Kahta Belediyesi Değirmenbaşı ve Adıyaman Belediyesi Kırkgöz istasyonları D sınıfında çıkmış olup durumu kötü olarak değerlendirilmiştir. Diğer istasyonlar C sınıfında çıkmış olup ortalama sınıfta yer almaktadır.

8. KAYNAKLAR

- Al-Barqawi, H., Zayet, T. (2008) Infrastructure Management: Integrated AHP/ANNModel to Evaluate Municipal Water Mains' Performance. *Journal of Infrastructure Systems*. **14**, 305-318.
- Cabrera, E., Pardo, M.A., Cobacho, R., (2010) Energy audit of water networks. *Journal of Water Resources Planning and Management*. **136**, 669-677.
- Carriço, N., Covas, D.I., Almeida, M.C., Leitão, J.P., Alegre, H. (2012) Prioritization of rehabilitation interventions for urban water assets using multiple criteria decision – aid methods. *Water Science & Technology*. **66**, 1007-1014.
- DeBenedictis, A., Haley, B., Woo,C.K., Cutter, E. (2013) Operational energy-efficiency improvement of municipal water pumping in California. *Energy*, **53**, 237 – 243
- Dziedzic, R.M., Karney, B.W. (2014) Water distribution system performance metrics. *Procedia Engineering*, **89**, 363 – 369
- El-Abbasy, M.S., El-Chanati, H., Mosleh, F., Zayed, T., Al-Derham, H. (2016) Integrated performance assessment model for water distribution Networks. *Structure and Infrastructure Engineering*, **12**, 1505-1524.
- Ennaouri, I., and Fuamba, M. (2013). New integrated condition-assessment model for combined storm-sewer systems. 2013 American Society of Civil Engineers DOI: 10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000217 *Journal of Water Resources Planning and Management*. **139**, 53-64
- Ertöz, A.Ö. (2003) Pompalarda Enerji Verimliliği. VI. *Ulusal tesisat mühendisliği kongresi ve sergisi. 5. Pompa Kongresi*. TBMMO 15-18 Ekim, 1-7. İstanbul.

- Fecarotta, O., Arico, C., Caravetta, A., Martino, R., Ramos, H.M. (2014) Hydropower potential in water distribution networks: Pressure control by pats. *Water Resour Manage.* **29**, 699-714.
- Fontana, N., Guigni, M., Portolano, D. (2012) Losses reduction and energy production in water - distribution Networks. *Journal of Water Resources Planning and Management.* **140**, 237-244.
- Frijns, J., Marchet,E.C., Cariço, N., Covas, D., Monteiro, A.J., Ramos, H.M.,Bolognesi, A., Bragalli,C., Baki,S., Makropoulos, C. (2015) Management tools for hydro energy nterventions in water supply systems. *Water Practice & Technology.* **10**, 214-228.
- Hashemi, S., Fillion, Y.R., Speight, V.L. (2015). Pipe-level energy metrics for energy assessment in water distribution Networks. Science Direct. *Procedia Engineering.* **119**, 139 – 147.
- Henden, B., Karaman, B., (2009) Pompalarda enerji verimliği-minimum verimlilik indeksinin belirlenmesi. MAS-DAF Makine Sanayi A.Ş. Teknik Kataloğu
- Karney, W.B., Racoviceanu, R. (2010). Life-Cycle Perspective on Residential Water Conservation Strategies. *Journal of Infrastructure Systems.* **16**, 40-49
- Kavurmacı, M.M., Üstün, A.U., (2016) Çok kriterli karar verme analizi ve coğrafi bilgi sistemi kullanılarak su kalitesinin değerlendirilmesi. *KSU J. Nat. Sci.*, **19**, 208-220.
- Mamade, A., Loureiro, D., Covas, Alegre, H. (2015). Energy auditing as a tool for outlining major inefficiencies results from a real water supply system. In *CCWI Conference, Leicester, United Kingdom, 2-4 September 2015 Procedia Engineering.* **119**, 1098-1108

- Mamo, T.G., Juran, I., Shahrour, I. (2013) Prioritization of municipal water mains leakages for the selection of r&r maintenance strategies using risk based multi-criteria FAHP model. *Journal of Water Resource and Hydr. Eng.* **2**, 125-135.
- MASKİ (2016). Malatya Su ve Kanal İdaresi. (maski.gov.tr)
- Papa, F. (2010). Where Does Our Water – and Money – Go? Towards Optimization, Efficiency and Sustainability in the Water Sector, Ontario Pipeline, OWWA. **6**, 12-13.
- Papa, F., Cavaleiro de Ferreira, R., Radulj, D. (2015) Pumps: Energy Efficiency & Performance Indicators. Water Practice & Technology. *Water Practice & Technology*. **10**, 872-885
- Ramos, J. S., Ramos, H. M. (2009) Sustainable application of renewable sources in water pumping systems: optimized energy system configuration. *Energy Policy*. **37**, 633–643.
- Scanlan, M., Fillion, Y.R. (2015) Application of energy use indicators to evaluate energy dynamics in Canadian water distribution systems. 13 th Computer control for water industry conference, *Procedia Engineering*. **119**, 1039 – 1048.
- Türkmen, B., (2011) Yeşil Binalarda pompa. Türk tesisat Mühendisleri derneği Sunumu. [www.ttmd.org.tr/userfiles/file/TTMD Yeşil Binada Pompa Ocak 2011](http://www.ttmd.org.tr/userfiles/file/TTMD%20Yeşil%20Binada%20Pompa%20Ocak%202011.pdf).
- Vilanova, M.R., Balestieri, J.A.P., (2013) Energy and hydraulic efficiency in conventional water supply systems. *Renewable and sustainable energy reviews*. **30**, 701–714
- Vilanova, M.R., Balestieri, J.A.P., (2015) Modeling of hydraulic and energy efficiency indicators for water supply systems. *Renewable and sustainable energy reviews*. **48**, 540–557.
- Xu, Q., Chen, Q., Ma, J., Blanckaert, K., Wan, Z., (2014) Water saving and energy reduction through pressure management in urban water distribution networks. *Water Resources management*. **28**, 3715–3726.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Mustafa GÜNDOĞAR

Doğum Yeri ve Tarihi: Çelikhan / 10.01.1980

Adres: Adıyaman Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı

E-Posta: musgun443@gmail.com

Lisans: Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği (2004)

Mesleki Deneyim ve Ödüller: 2004-2007 özel sektör. 2007-2012 yıllarında Adıyaman İl özel İdaresinde çalışmıştır. 2012 yılında Adıyaman Üniversitesi Yapı İşleri ve Teknik Daire Başkanlığı göreve halen devam etmektedir.

Yayın Listesi: -

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

- Gündoğar, M., Firat, M. 2016. Evaluation of Energy Performance at Water Supply System: Adıyaman Case Study. *International Symposium of Water and Wastewater Management*. October 26-28, 2016, Malatya. 866-872.