



**T.C.
MEVLANA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANARAK
AKILLI İŞ GÜCÜ YÖNETİMİ**

Hasan Ali AKYÜREK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

**Ekim-2013
KONYA
Her Hakkı Saklıdır**

TEZ KABUL VE ONAYI

Hasan Ali AKYÜREK tarafından hazırlanan “YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANARAK AKILLI İŞ GÜCÜ YÖNETİMİ” adlı tez çalışması 25/10/2013 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Mevlana Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Bekir KARLIK

.....

Danışman

Doç. Dr. İhsan Ömür BUCAK

.....

Üye

Doç. Dr. Halis ALTUN

.....

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Ali SEBETCİ
FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Hasan Ali AKYÜREK

Tarih: 25/10/2013

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YAPAY ZEKA TEKNİKLERİ KULLANARAK AKILLI İŞ GÜCÜ YÖNETİMİ

Hasan Ali AKYÜREK

**Mevlana Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Doç. Dr. İhsan Ömür Bucak

2013, 59 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Bekir KARLIK

Doç. Dr. Halis ALTUN

Doç. Dr. İhsan Ömür BUCAK

Hizmet sektöründe, özellikle insani ihtiyaçların karşılandığı ve yaşamın olmazsa olmazları haline gelen su, elektrik, doğalgaz gibi hizmetlerin arıza durumlarının hızlı bir şekilde giderilmesi için iş gücü planlaması çok kritik bir konudur. Arıza bildirimleri geliş hızlarının gün içinde büyük değişiklik gösterdiği bu hizmetlerde, müşteri memnuniyetinin belli bir seviyenin altına düşmemesi ve hizmet devamlılığının olabildiğince yüksek tutulması için, çalışan ekip sayısının da oldukça esnek bir şekilde planlanması ve gerektiğinde mevcut ekip atamalarının hızlı bir şekilde güncellenmesi gerekmektedir.

Bu tezde kamu kurum ve kuruluşlarında insan gücü ihtiyacını azaltıp akıllı iş gücü yönetim sistemleri oluşturarak kesintisiz hizmet sağlamak hedeflenmiştir. Bu tez ayrıca gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara örnek teşkil edecek ve daha farklı uygulama alanlarında uygulanabilirlik için bir ön fikir sağlayacaktır. Bu konuda örnek teşkil edebilecek çalışmalar İş gücü planlaması ve yönlendirilmesi problemleri olarak literatürde geçmektedir.

Bu çalışmadan alınan sonuçlar doğrultusunda iş gücünde ciddi verim artışları sağlanmıştır. Yapay zeka tekniklerinin güncel yaşam şartlarında kullanımının etkinliği bir kez daha gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Sistemler, İş Gücü Yönetimi, Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağları, Beş Sayı Özeti, Açgözlü Görev Zamanlama, Benzetimli Tavlama, Isıl İşlem, Parçacık Sürü Optimizasyonu, Yönetim Bilişim Sistemleri

ABSTRACT**MS THESIS****INTELLIGENT WORKFORCE MANAGEMENT
BY USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNIQUES****Hasan Ali AKYÜREK****The Graduate School Of Natural And Applied Science Of Mevlana University
The Degree Of Master Of Science In Computer Engineering****Advisor: Assoc. Prof. Dr. İhsan Ömür BUCAK****2013, 59 pages****Jury****Prof. Dr. Bekir KARLIK****Assoc. Prof. Dr. Halis ALTUN****Assoc. Prof. Dr. İhsan Ömür BUCAK**

In the service sector, workforce planning to speedy remedy malfunctions of water, electricity, and natural gas services which have become the vitality of life and through which especially the humanitarian needs have been met is a critical issue. In these services where the arrival rates of failure or breakdown notifications during the day time shows major differences, planning the number of active teams in a flexible manner and, where necessary, the existing team assignments need to be updated quickly for customer satisfaction and service continuity not to fall below a certain level.

In this thesis, it is aimed to provide uninterrupted service by creating a intelligent workforce management systems that reduce the need for human resources in public institutions as one of its targets. This thesis is also exemplary in future studies in this subject and will provide a preliminary idea for applicability in different application areas. The studies counted to be exemplary in this subject are regarded as workforce planning and routing problems in the literature.

The results of this study has been observed to achieve a significant increase in the workforce in line. Therefore, the effectiveness of the use of artificial intelligence techniques, once again, has been shown in the current living conditions.

Keywords: Artificial Intelligence, Intelligent Systems, Management Information Systems, Workforce Management, Artificial Neural Network, Five Number Summary, Greedy Task Schedule, Simulated Annealing, Particle Swarm Optimization

ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim boyunca beni yönlendiren, değerli bilgilerini esirgemeyen, teşvikleri, cesaretlendirmeleri, yardımları, destekleri, anlayışları, tavsiyeleri, yorumları ve eleştirileri ile yanımda olan, bilgi ve zamanını benimle paylaşan değerli danışmanım Doç. Dr. İhsan Ömür BUCAK'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım sırasında sağladıkları katkılarından dolayı mesai arkadaşlarıma, Ali ÖTKÜN ve Mehmet ERAT'a teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında desteğini benden esirgemeyen sevgili eşim Gülsüm AKYÜREK'e teşekkür ederim. Hayatım boyunca hep yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen değerli annem Gülsüm AKYÜREK ve babam Dr. Bahattin AKYÜREK'e ve aileme teşekkür ederim.

Hasan Ali AKYÜREK
KONYA-2013

İÇİNDEKİLER

ÖZET	1
ABSTRACT.....	2
ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	4
ŞEKİLLER.....	5
TABLolar.....	6
1. GİRİŞ.....	7
1.1. Tezin Amacı.....	7
1.2. Problemin Tanımı.....	7
1.3. Veri Tabanı Yapısı	12
1.4. Kurgu.....	14
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	15
2.1. İŞ GÜCÜ PLANLAMASI	15
2.1.1. İş gücü Planlaması Kavramı.....	15
2.1.2. İş gücü Planlaması Amaçları.....	16
2.1.3. İş gücü Planlamasını Etkileyen Faktörler	16
2.1.4. İş gücü Planlaması Süreci	16
2.2. Benzer Çalışmalar	18
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	22
3.1. Yapay Zeka	22
3.2. Yapay Sinir Ağları (YSA).....	22
3.2.1. YSA Özellikleri.....	23
3.2.2. YSA Model Yapısı.....	24
3.3. Beş Sayı Özeti (Five Number Summary).....	26
3.4. Geri Yayılım (Backpropagation) Algoritması	27
3.5. Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing) Algoritması.....	30
3.6. Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimisation) Algoritması....	33
3.7. Google Coğrafi Kodlama API (The Google Geocoding API)	35
3.7.1. Coğrafi Kodlama (Geocoding)	35
3.7.2. Ters Coğrafi Kodlama (Reverse Geocoding)	36
3.8. Açgözlü Görev Zamanlaması (Greedy Task Schedule) Algoritması.....	38
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI.....	40
4.1. Gerçek İş Emri Değerleri	41
4.2. Geri Yayılımlı Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi	43
4.3. Benzetimli Tavlama Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi	46
4.4. Parçacık Sürü Optimizasyonlu Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi	49
4.5. Gerçek İş Emri Değerleri İle İş Gücü Yönetim Sistemi	52
4.6. Değerlendirme ve Öneriler.....	54
KAYNAKÇA.....	57
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER

Şekil 1 KOSKİ Abone Bilgi Yönetim Sistemi Yapısı	9
Şekil 2 Koski Mobil İş Takip Sistemi.....	10
Şekil 3 İş Akış Diyagramı.....	11
Şekil 4 Tez Kurgusu	14
Şekil 5 YSA Nöron Bağlantıları	22
Şekil 6 YSA Model Yapısı	25
Şekil 7 Sigmoid Fonksiyonu Grafiği	26
Şekil 8 Geri Yayılım Sözde Kodu	29
Şekil 9 Geri Yayılımlı Sanal Formen Öğrenme Grafiği	30
Şekil 10 Isıl İşlem Kademeleri.....	31
Şekil 11 Benzetimli Tavlama Sözde Kodu	32
Şekil 12 Benzetimli Tavlama Sanal Formen Öğrenme Grafiği.....	33
Şekil 13 Parçacık Sürü Optimizasyonu Sözde Kodu.....	34
Şekil 14 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sanal Formen Öğrenme Grafiği.....	35
Şekil 15 Aç Gözlü Görev Zamanlaması Sözde Kodu.....	38
Şekil 16 Sanal Formen Öğrenme Grafiği	40
Şekil 17 Gerçek Değerler Haritası	42
Şekil 18 Geri Yayılımlı Sanal Formen Öğrenme Grafiği	43
Şekil 19 Gerçek İş Süresi Değerleri - Geri Yayılımlı Sanal Formen Karşılaştırması	43
Şekil 20 Geri Yayılımlı Sistem Çıktısı	45
Şekil 21 Benzetimli Tavlama Sanal Formen Öğrenme Grafiği.....	46
Şekil 22 Gerçek İş Süresi Değerleri - Benzetimli Tavlama Grafiği	46
Şekil 23 Benzetimli Tavlama Sistem Çıktısı	48
Şekil 24 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sanal Formen Öğrenme Grafiği.....	49
Şekil 25 Gerçek İş Süresi Değerleri -Parçacık Sürü Optimizasyonu Grafiği	49
Şekil 26 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sistem Çıktısı.....	51
Şekil 27 Gerçek Değerler - Gerçek Değerler Grafiği	52
Şekil 28 Gerçek Değerli Sistem Çıktısı	53
Şekil 29 Gerçek Değerler - Geri Yayılım - PSO - Benzetimli Tavlama.....	54
Şekil 30 İşemri Süresi - İşemri	55
Şekil 31 Verim Grafiği	56
Şekil 32 Gerçek Formen vs Sanal Formen	56

TABLolar

Tablo 1 ISEMRI Tablosu Yapısı	12
Tablo 2 EKIP Tablosu Yapısı	12
Tablo 3 ARIZA TURU Tablosu Yapısı	12
Tablo 4 ILCE Tablosu Yapısı	13
Tablo 5 MAHALLE Tablosu Yapısı	13
Tablo 6 CADDE Tablosu Yapısı	13
Tablo 7 Benzer Çalışmalar	18
Tablo 8 Problemin Karakteristik Özellikleri Karşılaştırması	20
Tablo 9 Karakteristik Benzerlik Tablosu	21
Tablo 10 Gerçek İş Emri Değerleri Ekip-İş Emri Tablosu	41
Tablo 11 Gerçek İş Emri Değerleri Değerler Ekip-Çalışma Tablosu	41
Tablo 12 Geri Yayımlı Sistem Ekip - İş Emri	44
Tablo 13 Benzetimli Tavlama Ekip - İş Emri	47
Tablo 14 Parçacık Sürü Optimizasyonu Ekip - İş Emri	50
Tablo 15 Gerçek İş Emri Değerleri Ekip - İş Emri	52

1. GİRİŞ

Gerçek dünya problemlerine gün geçtikçe gelişen ve değişen çözüm önerileriyle yaklaşmak hem zaman hem de ekonomik tasarruf sağlamaktadır. Bu çözüm önerileri, ilgili her alanda uygulanabildiği gibi farklı problemlere farklı çözümlerde sunmaktadırlar. Bu çalışmada, problem olarak tasarladığımız bu yönetim işleyişine bu şekilde bir çözüm bulmaya çalışılmıştır.

1.1. Tezin Amacı

Tezin amacı, kamu kurum ve kuruluşlarında insan gücü ihtiyacını azaltıp akıllı iş gücü yönetim sistemleri oluşturarak kesintisiz bir hizmet sağlamaktır. Doğru İş gücü yönetim çözümleri sayesinde büyük işletmeler daha az kaynakla daha iyi hizmet verebilirler. Özellikle yapılacak iş önceden belli olmayan arıza bakım-onarım gibi iş türlerinde oluşabilecek arızaların ne kadar sürede yapılabileceği ekiplerin ulaşım süresi gibi parametreler çok önemlidir. Arızalara en hızlı erişim ve en hızlı onarım hizmet sektöründe müşteri memnuniyetini sağlamanın yegane yoludur. Bu tezde personelden, yüklenicilerden ve diğer insan varlıklarından daha verimli şekilde faydalanmalarını sağlamak üzere yapay zeka teknikleri kullanılarak akıllı iş gücü yönetim sistemi tasarlanmıştır.

Bu tez gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara örnek teşkil edecek ve daha farklı uygulama alanlarında da uygulanabilirliği için ön fikir sağlayacaktır. Bu konuda örnek teşkil edebilecek çalışmalar İş gücü planlaması ve yönlendirilmesi problemleri olarak literatürde geçmektedir.

1.2. Problemin Tanımı

Konya Su ve Kanalizasyon İdaresi (KOSKİ) Büyükşehir Belediye sınırları içerisinde su ve kanalizasyon hizmetlerinin abonelere sunulabilmesi için 2560 sayılı İSKİ kanununa tabi, müstakil bütçeli ve kamu tüzel kişiliğine haiz bir kuruluştur.

Kendine sürekli iyileştirerek en etkin ve güvenilir şekilde ürün hizmeti sunmayı kalite ilkesi edinen Konya ilimizin bu güzide kurumu, bu hedefine ulaşmak için teknolojik gelişmeleri ve yenilikleri takip ederek hizmet çeşitliliğini zenginleştirmektedir.

Su ve kanalizasyon hizmetinin devamlılığı sadece yeni su ve kanal şebeke hatlarının yapılması ile değil aynı zamanda mevcut yapıda oluşacak bir takım arıza, aksaklık ve memnuniyetsizliklerin bertaraf edilmesi ile sağlanabilmektedir.

Mobil iş takip projesi Abone Bilgi Yönetim Sisteminin (ABYS) saha ayağını kapsamaktadır.

- Abonelik işleminde yeni sayaç takımı, açma ve kesme işlemleri,
- Abonelerimizin sayaçlarının belirli dönemlerde okunup faturalandırılması, okuma sırasında görülen arıza ya da usulsüzlüklerin ilgili birime iletilmesi,
- Ömrünü dolduran saha ekipmanlarının yenilenmesi,
- Borçların takibi,
- Alo 185 Su arıza birimine abonelerimiz tarafından iletilen arıza ve memnuniyetsizliklerin giderilmesi,
- Su ve kanal şebekesindeki arızaların giderilmesine yönelik iş süreçleri teşkil etmektedir.

İş süreçlerinin başlangıcından bitimine kadar geçirdiği tüm evrelerinde ilgili birim personeli tarafından iş emirleri bilgisayar ortamına kayıt edilip çıktılar alınarak saha ekiplerine sevk edilmekte, sahada yapılan işler ilgili çıktılara yazılmakta, sahadan dönüştürülen evraklardaki sonuç bilgileri tekrar bilgisayar ortamına işlenmekte idi. Bu şekilde aylık ortalama 25.000 adet abonelik ve sayaç ile ilgili iş emri ile 5.000 adet su-kanal şebeke iş emri oluşmaktadır. Bu verilerde aylık 30.000 iş emri, iki üç defa elden geçmekte ve iş emri için evrak oluşturulmaktaydı. Oluşan iş emirleri saha ekiplerinin ve işin durumuna göre telsizler aracılığıyla iletilmekte ve de bu iş emirlerine yarım ila bir gün civarında bir gecikme ile müdahale edilmekteydi.

Mobil iş takip sistemi ile orta vadede, oluşan iş emirlerine daha kısa sürede müdahale etmek, işlerin başlangıcından bitimine kadar herhangi bir anındaki durumunu izleyebilmek, mükerrer veri girişinin önüne geçerek insan iş gücünden tasarruf sağlamak, verinin daha doğru ve güvenilirliğini artırarak, arızalara müdahale yöntemlerini sorgulamak ve iyileştirmek, kullanılan malzemelerin verimliliğini sorgulamak, işi yapan ustanın teknik, mesleki bilgi ve deneyimini sorgulamak ve iyileştirmek, müteahhitleri sorgulamak ve bölge fiziki durumunun neleri (şebeke ıslahı yada şebekenin topyekûn yenilenmesi açısından) gerektirdiği yönünde yöneticilerin doğru karar vermelerini

sağlamak, kısaca zaman, insan ve materyal israfını önlemek ve doğru bilgiyi elde etmek hedeflenmiştir.

Uzun vadede ise proje içerisindeki uygulamaları ve donanımı zenginleştirerek kurumdaki tüm saha ekiplerini projeye dahil etmek, abonelere yönelik arıza ve istekleri ve bunların anlık durumlarını takip edebilecek Android tabanlı yeni uygulamalar geliştirmek, yerinde tahsilat yapmak, bilgi alış verişindeki sınırları aşarak her gün toplanıp dağılan bir ekip modelinden sahaya daha hakim ve yakın ekip modeli oluşturmak hedeflenmektedir.

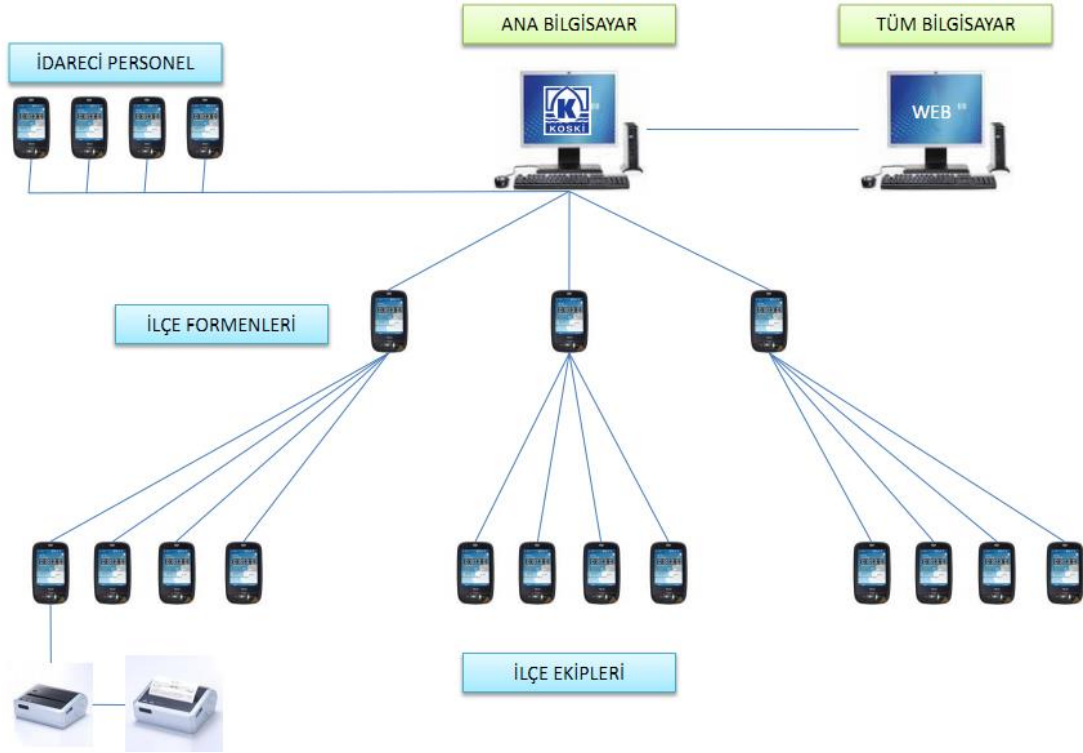
Bahsi geçen mobil iş takip projesinin bir sonraki aşaması olarak düşünülen akıllı iş yönetim sistemi bu tezin en önemli aşamasını oluşturmaktadır.



Şekil 1 KOSKİ Abone Bilgi Yönetim Sistemi Yapısı

Hizmet sınırları içerisinde her hangi bir lokasyonda oluşan arıza müşterilerin ALO 185 nolu arıza hattını aramaları ve bildirmeleri sonucu sistemde iş emrine dönüşür. Sistemde oluşturulan iş emri arızanın türü ile ilgilenen formene yönlendirilir. Formenler uygun ekiplere işin atamasını yaparak ekipler tarafından sorunun en kısa zamanda çözülmesi ve hizmet devamlılığın sağlanmasını hedeflemektedirler. Bu kapsamda arıza

türlerine bağlı olarak bölgesel ekipler oluşturularak, her ekibin kendi görev ve hizmet alanında bulunan arızaları onararak iş emirlerini sonuçlandırmaları beklenmektedir.

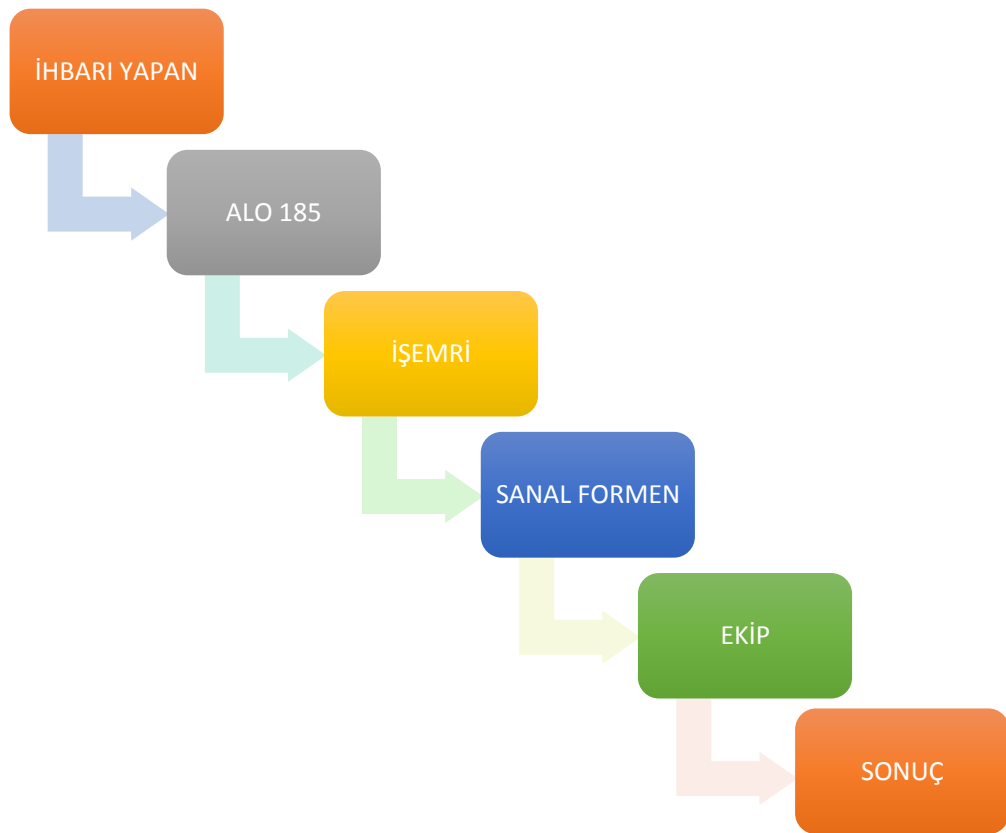


Şekil 2 Koski Mobil İş Takip Sistemi

Su-kanal şebeke işleri iş tipine göre daha ağır ve sonuçlandırılması uzun zaman alan işlerdir. Bu sebeple işler öncelikle bölgelere ayrılarak, her bölgeden sorumlu formenlerin PDA larına gelmektedir. Formenler kendilerine bağlı ekiplerin iş yükü ve ekibin sahip olduğu teçhizata göre iş emirlerini ilgili ekibe yönlendirmektedirler. Google Maps Api'leri kullanılarak uygulamaya harita desteği eklenmiştir. Formenler ya da üst yöneticiler, PDA üzerindeki harita ile ekiplerin konumları ve şu an yaptıkları işleri takip edebilmektedir.

Ekipler kullandıkları malzemeleri, araçları, kaç saat çalışıldığını ve konum bilgisini adım adım kayıt edebilmektedirler. Ayrıca gerekli görüldüğü takdirde yapılan işe yönelik fotoğraf çekebilmektedirler. Arızanın mahiyetine göre bölgesel bir kesinti söz konusu ise, ekipler kesinti ve etki alanını saha içerisinde kayıt etmektedirler. Bu bilgi, sistem tarafından kurumun resmi Web sitesinde kesinti bilgileri bölümünde online olarak yer almaktadır.

Bu kapsamda tezin getirdiği yenilik şöyle açıklanabilir: Bu tezde, Formenlerin ekiplere iş yönlendirmesi yaparlarken geçmiş verilerin yorumlandığı bir akıllı iş gücü yönetim sistemi yolu ile sanal formen olarak adlandıracağımız bir sistemin ekipleri optimum şekilde kullanmaları söz konusu edilmektedir. 2012 yılı içerisinde yapılan iş emirleri sisteme öğretilmiş ve yeni oluşan iş emirleri bu öğrenme sistemi aracılığıyla iş süresi tahmininde değerlendirilmiştir. Ekiplerin ellerindeki işlerin bitiş süresi, ekiplerin arıza bölgesine ulaşım süreleri ve işin tahmini tamamlanma süreleri toplanarak minimum sürede sonuca ulaşacak ekibe iş yönlendirmesi yapılmaktadır. Bu şekilde ekipleri bölgesel olarak bölmek yerine tüm ekipler sanal formen tarafından yönetilmiş olmaktadır.



Şekil 3 İş Akış Diyagramı

İhbarı yapan Alo185 hattına sorun ile ilgili bilgilerini aktarır. Alo185 personeli ilgili bilgileri form aracılığı ile doldurarak iş emrini oluşturur. Sistem talebi inceleyerek uygun gördüğü ekip veya ekipleri görevlendirir. Ekip(ler) verilen görevleri icra ederek sonuç bilgisini sisteme gönderirler. Eğer sonuç olumlu ve iş bitmiş ise sistem yeni iş emirleri oluşturmayıp, ilgili iş emrini sonuçlandırarak görevini tamamlamış olur, ve iş emri kapatılır.

1.3. Veri Tabanı Yapısı

ISEMRI

ISEMRI ID	ISEMRI TARİHI	ARIZA TUR ID	İLCE ID	MAHALLE ID	CADDE ID	ABONE NO	SICIL NO	...	ACIKLAMA
167	19 Nisan 2013 9:57	105	1	1085	3692	9637	378812	...	ACİL KIRILMIŞ

Tablo 1 ISEMRI Tablosu Yapısı

ISEMRI_ID : İlgili iş emrine özel, eşsiz oluşturulmuş bir tanımlayıcıdır.

ISEMRI_TARIHI : İlgili iş emrinin oluşturulma tarihidir.

ARIZA_TUR_ID : İlgili iş emrinin arıza türünün tanımıdır.

İLCE_ID : ilçe tanımlayıcısıdır.

MAHALLE_ID : Eşsiz olarak mahalle tanımlayıcısıdır.

CADDE_ID : Eşsiz olarak cadde tanımlayıcısıdır.

ABONE_NO : ihbarı yapan kişinin abone numarasıdır.

SICIL_NO : ihbarı yapan kişinin sicil numarasıdır.

.

ACIKLAMA : ihbar açıklamasını içerir.

İş emri tablosunda genel iş emri bilgileri tutulur. Bu bilgilerin parametre olarak tutulanları aşağıda örneklendirilmiştir.

EKİP

EKIP_ID	FORMEN_ID	ACIKLAMA
1	0	SANAL FORMEN
2	1	EKİP 1
3	1	EKİP 2

Tablo 2 EKİP Tablosu Yapısı

EKIP_ID : İlgili ekibe özel, eşsiz oluşturulmuş bir tanımlayıcıdır.

FORMEN_ID: Ekibin hangi formenin emrinde olduğu bilgisidir. İlgili tablodaki ekip_id'sini işaret etmektedir. Formen ID'si 0 olan ekipler Formen görevini üstlenirler.

ACIKLAMA : ilgili ekibin şefinin ismidir.

ARIZA TURU

ARIZA_TURU_ID	ACIKLAMA
1	ŞEBEKE HATTI ARIZASI
2	ABONE HATTI ARIZASI
3	TATLI SU ÇEŞME ARIZASI

Tablo 3 ARIZA TURU Tablosu Yapısı

ARIZA_TURU_ID: İş emri arıza türünü tanımlamak için iş emri tablosundan işaret edilen arıza türü id'sidir.

ACIKLAMA : ilgili arıza türünün açıklamasıdır.

İLCE

İLCE_ID	ACIKLAMA
1	SELÇUKLU
2	MERAM
3	KARATAY

Tablo 4 İLCE Tablosu Yapısı

İLCE_ID: İş emrinin ilçesini tanımlamak için iş emri tablosundan işaret edilen ilçe idsidir.

ACIKLAMA : ilgili ilçenin adıdır.

MAHALLE

MAHALLE_ID	İLCE_ID	ACIKLAMA
1	1	FATİH
2	2	ŞÜKRAN
3	1	KILINÇARSLAN

Tablo 5 MAHALLE Tablosu Yapısı

MAHALLE_ID: İş emrinin mahallesini tanımlamak için iş emri tablosundan işaret edilen mahalle id'sidir.

İLCE_ID : mahallenin bağlı olduğu ilçeyi gösteren değer.

ACIKLAMA : ilgili mahallenin ismi.

CADDE

CADDE_ID	MAHALLE_ID	ACIKLAMA
1	1	DAĞSARAY
2	2	HOTUZ
3	1	ESKİ SİLLE

Tablo 6 CADDE Tablosu Yapısı

CADDE_ID: İş emrinin caddesini tanımlamak için iş emri tablosundan işaret edilen cadde id'sidir.

MAHALLE_ID: caddenin bağlı olduğu mahalleyi gösteren değer.

ACIKLAMA : ilgili caddenin ismi.

1.4. Kurgu



Şekil 4 Tez Kurgusu

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Literatürde genellikle çalışılan metotlar optimizasyon teknikleri, sezgisel algoritmalar ve hibrit metotlardır. Örnek olarak, kümeleme teknikleri ile birlikte doğrusal programlama, tabu arama algoritması, evrimsel yaklaşım algoritmaları, hibrit yaklaşım olarak ise kümeleme algoritmaları ile dolaylı ve lokal arama metotlarının birleşimi kullanılmıştır. Ayrıca yapay sinir ağları yöntemleri üzerinde çalışılmıştır. Sezgisel yaklaşımlarla birlikte hibrit metotlarda test edilebilir.

2.1. İŞ GÜCÜ PLANLAMASI

2.1.1. İş gücü Planlaması Kavramı

Planlama; herhangi bir şeyin olmadan önce nasıl olabileceğinin veya nasıl olmasını istendiğinin belirlenmesidir. Planlama özellikle ekonomik olarak gelecekte yapılacak eylemler için temel veriler sağlar. Karar verme sürecidir. Planlama yönetimi ise gerçekte düzenli bir düşünme biçimidir. Etkili bir iş gücü planlaması işletme yönetiminin temel taşlarından birini oluşturmaktadır [1] , [2].

İş gücü planlaması, kaynaklarda personel planlaması, insan kaynakları planlaması, iş gören planlaması ve beşeri kaynaklar planlaması olarak da geçmektedir. İş gücü planlaması, işletmenin bütünsel amacını gerçekleştirebilmesi için gerekli personelin doğru bir şekilde ihtiyaç duyulan yerlere doğru zamanda yerleştirilmesidir [1] , [2].

TSİNLLY'e göre ise iş gücü planlaması şu şekilde tanımlanmaktadır: "İşletmenin genel amaçları çerçevesinde mevcut ve gelecekteki insan gücü gereksinimlerinin belirlendiği, insan gücünün sağlandığı, insan gücünün geliştirilmesi ve yetiştirilmesi ile ilgili planlamaların yapıldığı, insan gücünün çıkarılmasının planladığı evredir" [2] , [3].

İş gücü planlaması alanındaki çalışmalar öncelikle verimlilik, işletme içinde iş gücü etkinliğinin artırılması, iş etüdü ve endüstri psikolojisi konularına yoğunlaşmıştır. İş gücü planlaması, kaynakların etkili kullanımını ve geliştirilmesini amaçlar. Sürekli olarak iş gücü arz ve talebini analiz eder. Eksiklikleri ve hataları fark ederek bunların giderilmesini sağlar [2] , [4].

2.1.2. İş gücü Planlaması Amaçları

İş gücü planlamasının temel olarak iki amacı vardır. İlki, kaynaklarını maksimum seviyede etkin ve verimli kullanımını sağlamaktır. İkincisi ise, gelecekte ihtiyaç duyulacak kaynakların karşılanabilmesi için tahminlerde bulunmaktır [2] , [3].

2.1.3. İş gücü Planlamasını Etkileyen Faktörler

İş gücü planlamasını etkileyen temel faktörler iç ve dış faktörler olarak ayrılırlar. Dış çevre faktörler işletme dışında gelişen faktörlerdir. İç faktörler ise işletme içinde ki işleyişe bağlı olarak oluşan faktörlerdir [2].

İç faktörler kısaca örgütsel faktörler, coğrafik farklılaşma, mevcut iş gücünün özellikleri ve bilgi sisteminin kalitesi olarak tanımlanabilir [2].

Dış faktörler ise ekonomik koşullar, teknolojik gelişmeler, rekabet koşulları, devletin yaptığı düzenlemeler, toplum yapısı, pazar koşulları, demografik özellikler olarak tanımlanabilir [2].

2.1.4. İş gücü Planlaması Süreci

İşletmelerin felsefe, vizyon ve misyonu; işletmenin var oluş nedenini belirtir. İşletmeye ilişkin genel planlar iş gücü planlama sürecini de etkiler. Bu nedenle, iş gücü yönetimi de işletme felsefesine göre biçimlenir [3].

ALBAY, iş gücü planlaması sürecini üç aşamaya ayırmıştır [1]:

- İş gücü talep ve arzının tahmini.
- İş gücü planı için yöntemin seçilmesi ve uygulanması.
- Değerlendirme ve kontrol aşamalarıdır.

İş gücü Talep ve Arzının Tahmini

Planlama yapanların iş gücü talebini etkileyecek faktörleri, bu faktörlerdeki değişimlerin yön ve yoğunluklarını inceleyerek bu değişikliklerin iş gücü gerekliliği üzerindeki etkilerini öngörmeleri gerekmektedir [1] , [2].

İşletme içi iş gücü arzının tahmin edilmesi şu aşamalardan oluşur [1]:

1. Mevcut işi kategorilerine ayırarak bir iş gücü envanterinin yapılması.
2. İş gücü envanteri hazırlandıktan sonraki dönemde çeşitli nedenlerle azalacak iş gücünün tahmin edilmesi.
3. Planlanan dönem içinde dışarıdan alınacak veya transfer yoluyla gelecek iş gücünün mevcut envantere ilave edilmesi.
4. İş kategorileri arasında transfer edilecek iş gücünün belirlenmesi.

İş gücü Planı İçin Yöntemin Seçilmesi ve Uygulanması

Personel planı için yöntemin seçilme süreci iş gücü planlamasının yapılaş amaçlarının belirlenmesiyle başlar. Bu amaçları gerçekleştirmede uygulanabilecek yöntemler yönetici ve uzmanların görüşlerinden faydalanılarak belirlenir. Mümkün olduğunca fazla alternatifin üretilmesi; elde edilecek başarıyı önemli ölçüde artıracaktır [1] , [2].

En iyi alternatif belirli bir zaman dönemi içinde, amaçları en az kaynak harcaması ile gerçekleştirebilecek alternatiftir. Bu işlemler sonucunda belirlenen yöntem uygulamaya geçirilir [1] , [2].

Değerlendirme ve Kontrol

Uygulanan yöntemlerin amaca ulaşılabilirliği çeşitli dönemlerde yapılan değerlendirme ve kontrollerle saptanabilir [1].

İş gücü planlamasının etkinliğini değerlendirebilmek için belirli ölçütlerin saptanmış olması gerekir. Değerleme ve kontrol faaliyetleri, planlama işlevine bir dinamizm kazandırarak amaçlara ulaşmada önemli katkılar sağlayacaktır. Bu sayede aksaklıklar varsa bunlar saptanarak, zamanında giderilecektir [1] , [2].

2.2. Benzer Çalışmalar

Bu çalışmaya benzer nitelikte olduğunu düşünülen çalışmalar incelenmiş ve Tablo 7 te belirtilmiştir [5].

Tablo 7 Benzer Çalışmalar

Yazar	Yıl	Yayın Adı
Begur SV, Miller DM, Weaver JR	1997	Evde-Sağlık-Bakım Hemşireleri Zamanlama Ve Yönlendirme Problemi İçin Entegre Bir Mekânsal DSS
Brandao J ve Mercer A	1997	Çok-Gezili Araç Yönlendirme ve Planlama Problemi için Tabu Arama Algoritması
Brandao J, Mercer A	1998	Çok-Gezili Araç Yönlendirme Problemi
Cheng E, Rich JL	1998	Evde Bakım Yönlendirme ve Planlama Problemi
De Angelis V	1998	Roma Kentinde ki Aids Hastaları İçin Evde-Yardım Planlama
Desaulniers G, Lavigne J, Soumis F	1998	Zaman Pencereleeri ve Bekleme Maliyeti ile Çok Depolu Araç Zamanlama Problemi
Blais M, Lapierre SD, Laporte G	2003	Kentsel Ortamda Evde-Bakım Bölgesi Problemini Çözme
Lim A, Rodrigues B, Song L	2004	Zaman Pencereleeri İle İnsan Gücü Tahsisi
Li Y, Lim A, Rodrigues B	2005	İş-Ekip Kısıtlamaları ve Zaman Pencereleeri ile İnsan Gücü Tahsisi
Akjiratikarl C, Yenradee P, Drake PR	2006	Bakım İşçisi Zamanlaması İçin Geliştirilmiş Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması
Bertels S, Fahle T	2006	Hibrit Bir Senaryo İçin Hibrit Bir Kurulum : Evde Sağlık Hizmetleri Problemi için Sezgisel Birleştirme
Borsani V, Matta A, Sommaruga F, Beschi G	2006	İnsan Kaynakları İçin Evde Bakım Planlama Modeli
Eveborn P, Flisberg P, Rönnqvist M	2006	Tur Bakımı – Evde Bakım Personeli Planlama İçin Bir İşletme Sistemi
Itabashi G, Chiba M, Takahashi K, Kato Y	2006	Evde Bakım Hizmeti İçin Çoklu-Ajan Sistemine Dayalı Bir Destek Sistemi

Akjiratikarl C, Yenradee P, Drake PR	2007	Birleşik Krallık'ta Evde Bakım Personeli Planlaması İçin Parçacık Sürü Optimizasyonu Tabanlı Algoritma
Bredström D, Rönnqvist M	2007	Senkronizasyon Kısıtlamaları ile Birleştirilmiş Araç Yönlendirme ve Zamanlama Problemi için Şube-Fiyat Algoritması
Dohn A, Rasmussen MS, Justesen T, Larsen J	2008	Evde Bakım Personeli Planlama Problemi
Bredström D, Rönnqvist M	2008	Zamansal Öncelik ve Senkronizasyon Kısıtlamaları ile Birleştirilmiş Araç Yönlendirme ve Zamanlaması
Dohn A, Kolind E, Clausen J	2009	İş-Ekip Kısıtlamalı Zaman Pencereleeri İle İnsan Gücü Tahsisi Problemi
Eveborn P, Rönnqvist M, Einarsdottir H, Eklund M, Liden K, Almroth M	2009	Evde Bakım Hizmetlerinin Kalite ve Verimliliğini Artıran Bir Yöneylem Araştırması
Kergosien Y, Lente C, Billaut JC	2009	Geliştirilmiş Bir Çoklu Gezgin Satıcı Problemi : Evde Sağlık Hizmetleri Sorunu
Cordeau JF, Laporte G, Pasin F, Ropke S	2010	Bir Telekomünikasyon Şirketinde Teknisyen ve Görev Zamanlaması
Misir M, Verbeeck K, De Causmaecker P, Vanden Bergue G	2010	Evde Bakım Personeli Zamanlaması Problemi için, Aşırı Sezgiseller ile Dinamik Sezgisel Yaklaşımı
Rasmussen MS, Justesen T, Dohn A, Larsen J	2012	Evde Bakım Personeli Planlama Problemi : Tercih Tabanlı Ziyaret Kümeleme ve Zamansal Bağımlılıkları
Misir M, Smet P, Verbeeck K, Vanden Bergue G	2011	Güvenlik Personeli Yönlendirme ve Atama için Aşırı-Sezgisel Bir Yaklaşım
Landa-Silva D, Wang Y, Donovan P, Kendall G	2011	Çok Taşıyıcılı Nakliyat Planlaması için Hibrid Sezgisel Yaklaşım
Salani M, Vaca I	2011	Araç Yönlendirme Problemi için Şube-Fiyat ile Ayrık Bölünmüş Teslimatlar ile Zaman Pencereleeri Kullanımı

Tablo 7'de verilen çalışmalar ile ilgili karakteristik tablosunda yapılan karşılaştırma Tablo 8'de verilmiştir [5].

Kırmızı ile işaretli noktalar yukarıdaki çalışmalar ile bu çalışma arasında ki ortak karakteristik özellikleri temsil etmektedir.

Tablo 8 Problemin Karakteristik Özellikleri Karşılaştırması

No	Karakteristik İndeksi	Begur ve diğ. (1997)	Brandao ve Mercer(1997)	Brandao ve Mercer(1998)	Cheng ve Rich (1998)	De Angelis (1998)	Desaulniers ve diğ. (1998)	Blais ve diğerleri (2003)	Lim ve diğerleri (2004)	Li ve diğerleri (2005)	Akçirafikarlı ve diğ.(2006)	Bertels ve Fahle (2006)	Borsani ve diğ. (2006)	Eveborn ve diğ. (2006)	Itabashi ve diğ. (2006)	Akçirafikarlı ve diğ.(2007)	Bredström ve Rönnqvist(2007)	Dohn ve diğ.(2009)	Bredström ve Rönnqvist (2008)	Dohn ve diğerleri(2008)	Eveborn ve diğ.(2009)	Kergosien ve diğ.(2009)	Cordeau ve diğ.(2010)	Misir ve diğerleri (2010)	Rasmussen ve diğ.(2012)	Misir ve diğerleri (2011)	Landa-Silva ve diğ.(2011)	Salani ve Vacca (2011)
1	Esnek Zaman Pencereleri	*		*			*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
2	Belirli Zaman Pencereleri	*	*								*	*		*	*			*	*	*		*		*	*	*	*	*
3	Çoklu Seyahat Planlama		*	*			*				*				*	*												*
4	Yükleme ve Boşaltma Zamanı		*				*																				*	
5	Çeşitli Filo			*			*		*			*			*			*		*				*	*			
6	Homojen Filo							*									*							*	*			*
7	Maksimum Sürüş Zamanı		*	*																								
8	Çoklu Depolama				*						*				*	*									*	*		*
9	Başla ve Kaynağa Geri Dön	*	*	*			*		*	*	*				*	*	*	*	*						*	*		*
10	Başla ve Farklı Noktada Bitir												*	*	*					*			*	*	*	*	*	
11	Yığın Özelleştire																									*		
12	Geriyeye Dönük Milaj																									*		
13	Taşeronluk		*	*								*	*	*									*			*	*	
14	Çeşitli Kapasite	*	*	*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
15	Kümeleme Gerekli						*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
16	İlk Uygulanabilir Çözüm			*			*													*	*	*	*	*	*	*	*	*
17	Araç Faktörü																											
18	Araç Kısıtlamaları		*										*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
19	Gerçek Mesafeler Kullanımı	*	*					*	*					*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
20	Ziyaretçilerin Tercihi	*			*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
21	Çeşitli Beceri Setleri	*			*	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
22	Esnek Vardiya	*								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
23	Belirli Vardiya							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
24	Olmaması Durumu Dahil				*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
25	Çeşitli Sözleşmeler							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
26	Sınırlı Yerler						*		*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
27	Heterojen İşgücü	*			*			*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
28	Çeşitli Görev Türleri	*						*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
29	Görevlerin Senkronizasyonu											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
30	Öncelik Kısıtlamaları											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
31	Araçların Senkronizasyonu											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
32	Araçların Uygunluğu											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
33	Her Araç İçin Birden Çok Personel											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
34	Mola Planlaması			*									*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
35	Hasta-Bakıcı İlişkisi											*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
36	Belirli Sayıda İşçi							*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
37	Hastaların İhtiyaçına Göre Talep				*				*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
38	Senkronize Olmayan Faaliyetler														*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
39	Fazla Mesai Kabul Edilebilir			*																								
40	Planlama Düzeyleri													*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
41	Gruplandırma Dahili								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
42	İşler Farklı Yerlerde Yapılır								*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
43	Talep Parçalı Olabilir													*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
44	İlgi Alanları:	HHC	VRP	VRP	HHC	HC	VRP	HC	MA	MA	HC	HHC	HC	HC	HC	HC	VRP	MA	VRP	HHC	HC	HHC	ST	HC	HHC	SP	VRP	VRP

HC Home care(Evde Bakım), HHC Home health care(Evde Sağlık), ST Scheduling technicians(Teknisyen Planlama), SP Security personnel(Güvenlik Personeli Planlama), MA Manpower allocation(İnsan Gücü Tahsisi), VRP Vehicle routing(Vasıta Yönlendirme)

Tablo 8'den yola çıkılarak yapılan hesaplamalar ile aşağıdaki tabloya ulaşılmıştır.

Tablo 9 Karakteristik Benzerlik Tablosu

Problem İlgili Alanı	Benzerlik Oranı
Evde Bakım Hizmetleri(Home Care)	%79
İnsan Gücü Tahsisi (Menpower Allocation)	%73
Güvenlik Personel Planlaması (Security Personnel)	%70
Evde Sağlık Hizmetleri (Home Health Care)	%68
Vasıta Yönlendirmesi (Vechile Routing)	%58
Teknisyen Zamanlaması (Scheduling Technicians)	%50

Tablo 9'da görüldüğü gibi evde bakım hizmetleri ve insan gücü tahsisi problemlerine karakteristik olarak benzerlik göstermektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

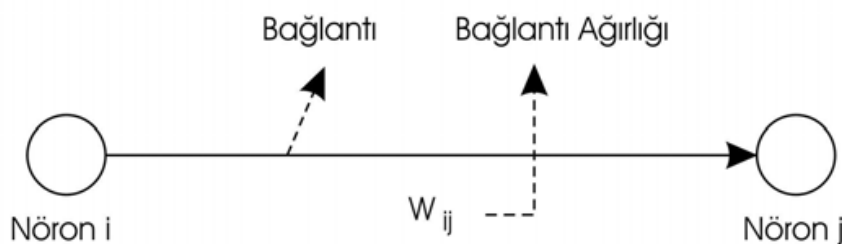
3.1. Yapay Zeka

İnsanın düşünme, öğrenme, akıl yürütme, anlam çıkartma, genelleme ve geçmiş deneyimlerden öğrenme gibi yüksek zihinsel süreçlere ilişkin görevleri yerine getirme yeteneğinin bilgisayar üzerindeki benzetimidir [6-9].

3.2. Yapay Sinir Ağları (YSA)

Yapay zeka alanının bir alt dalını oluşturan yapay sinir ağları genel olarak insan beyninin ya da merkezi sinir sisteminin çalışma prensiplerinin taklit eden bilgi işleme sistemleridir. İnsan sinir sisteminin temel elemanı olan nöronu şekilsel ve işlevsel olarak taklit eden YSA, öğrenebilen sistemlerin temelini oluşturmaktadır.

YSA, insan sinir sisteminde nöronların birbirine olan bağlantılarını ve sinaptik ilişkilerini birebir modellemesidir. Birbirlerine ağırlıklandırılmış şekilde bağlanmış birçok nörondan oluşur. Her bir nöron transfer fonksiyonu olarak anılan bir denklemdir. Bu nöron, diğer nöronlardan sinyalleri alır; bunları birleştirir, dönüştürür ve sayısal bir sonuç ortaya çıkartır [10-13].



Şekil 5 YSA Nöron Bağlantıları

Şekil 5 te YSA da iki nöron arasındaki bağlantı ve bu bağlantının ağırlığı gösterilmiştir. YSA'nın kullanım alanı çok geniştir. Örneğin YSA, bir arabanın resmini birçok arabanın resmini öğreterek tanımak için kullanılabilir olduğu gibi, EKG aritmilerinin sınıflandırılmasında da kullanılabilir [14]. Yine yüz tanıma sistemi tasarımında da kullanılmıştır [15].

3.2.1. YSA Özellikleri

Yapay sinir ağlarının özellikleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir [16]:

- **Paralellik:** Bilgisayarlar beyne göre çok daha hızlı çalışmasına rağmen beynin toplam hızı bilgisayara göre çok yüksektir. Yapay sinir ağlarında işlemler doğrusal değil ve bu bütün ağa yayılmış olduğu gibi, aynı katmanlar arasında zaman bağımlılığı da bulunmamaktadır. Bu, tüm sistemin eş zamanlı çalışabilmesini sağlamaktadır. Böylece çalışma hızını çok artırmaktadır. Sistemin doğrusal olmayışı doğrusal olmayan karmaşık problemlerin de çözümlenmesine de olanak sağlamaktadır.
- **Öğrenebilirlik:** YSA ile sisteme önceden girilen örnekler kullanılarak ağırlıkların saptanmasını sağlamakta ve her yeni çalışmada bu öğrenme işlemi yenilenebilmektedir. Amaca uygun olacak bir çalışmada önceden ağırlıkların ve bağlantıların verilememesi bir sorun oluşturmakta iken yapay sinir ağlarının örneklerle kendini eğitmesi ve gerekli verileri oluşturması bu sorunu ortadan kaldırmaktadır.
- **Hata Toleransı:** YSA'nın sahip olduğu paralel yapı, ağ da ki bilginin tüm bağlantılara yayılmasını sağlamakta ve bu sayede bazı bağlantıların veya hücrelerin etkisiz hale gelmesi durumunda bile ağın doğru bilgiyi üretmesini sağlar. Böylece YSA hatayı tolere edebilmektedir.
- **Uyarlanabilirlik:** Ağırlıkların yapılandırılabilir olması, belirli bir problemi çözmek için eğitilen yapay sinir ağının, problemdeki değişikliklere göre yeniden eğitilebilmesini ve farklı koşullara uyarlanabilmesini sağlamaktadır. Bu sayede yapay sinir ağlarının örnek tanıma, sinyal işleme, sistem tanılama ve denetim gibi alanlarda etkin olarak kullanılabilir.
- **Genelleme:** YSA'nın eğitim sonrasında, eğitim sırasında karşılaşılmayan test örnekleri de değerlendirip, beklenen tepkiler üretebilir. Örneğin, karakter

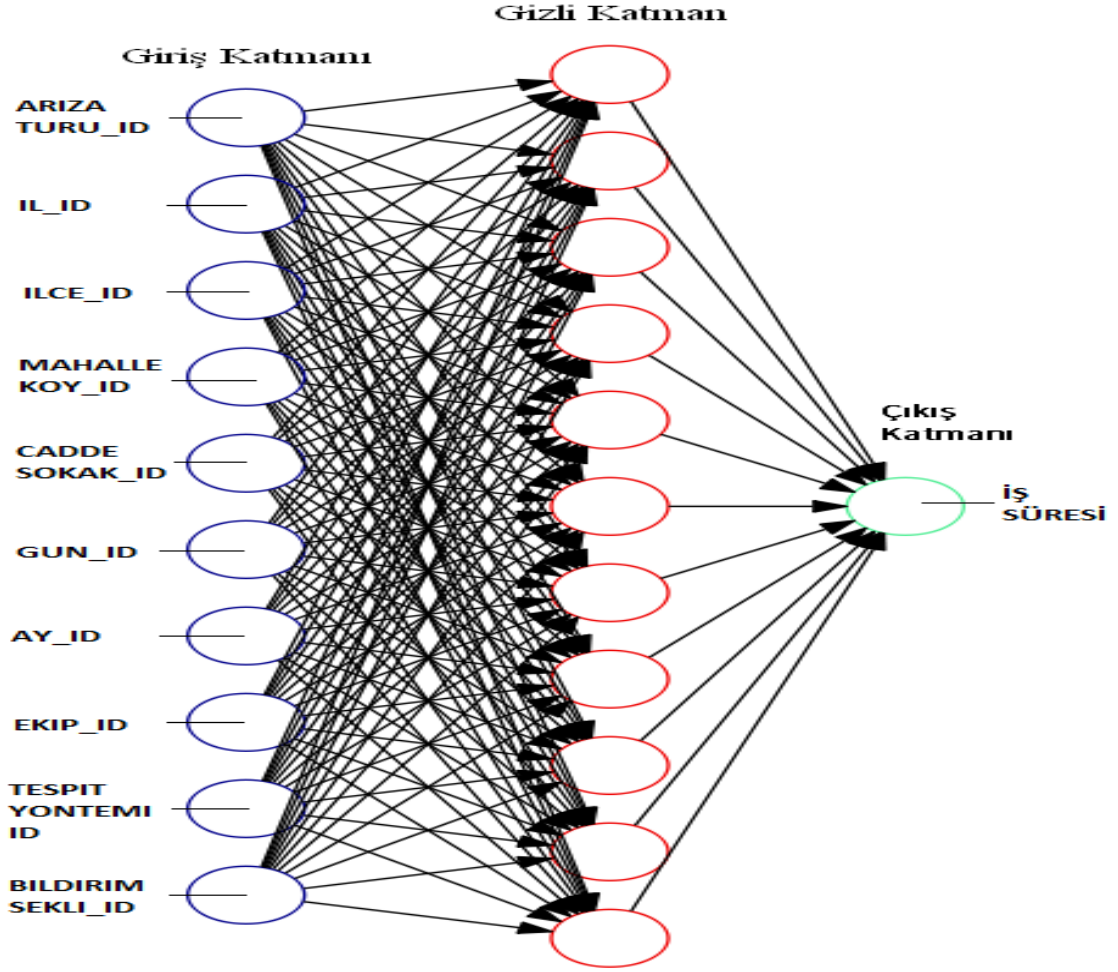
tanımlamada bozuk karakterlerin girişlerinde doğru karakterlerin elde edilmesi mümkün olabilmektedir.

- **Yerel Bilgi İşleme:** YSA'da problemin tümü ile ilgilenmek yerine parçaları ile ilgilenilmesi ve görev paylaşımı ile çok karmaşık ve zor problemler de çözülebilmektedir.
- **Gerçekleme Kolaylığı:** Karmaşık fonksiyonların yerine basit işlemlerin kullanılması gerçekleştirme kolaylığı sağlamaktadır.
- **Donanım ve Hız:** YSA, paralel yapısı sayesinde entegre devre teknolojisi ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu yapısı hızlı bilgi işleme yeteneğini artırmaktadır.

Uygulama alanları ise oldukça geniştir. Örneğin, elektronik, haberleşme, telekomünikasyon, otomasyon ve kontrol, robotik uygulamaları, tıp, görüntü tanıma, arıza analizi ve tespiti, savunma sanayi, üretim, bankacılık ve finans gibi sektörler sıkça kullanılır.

3.2.2. YSA Model Yapısı

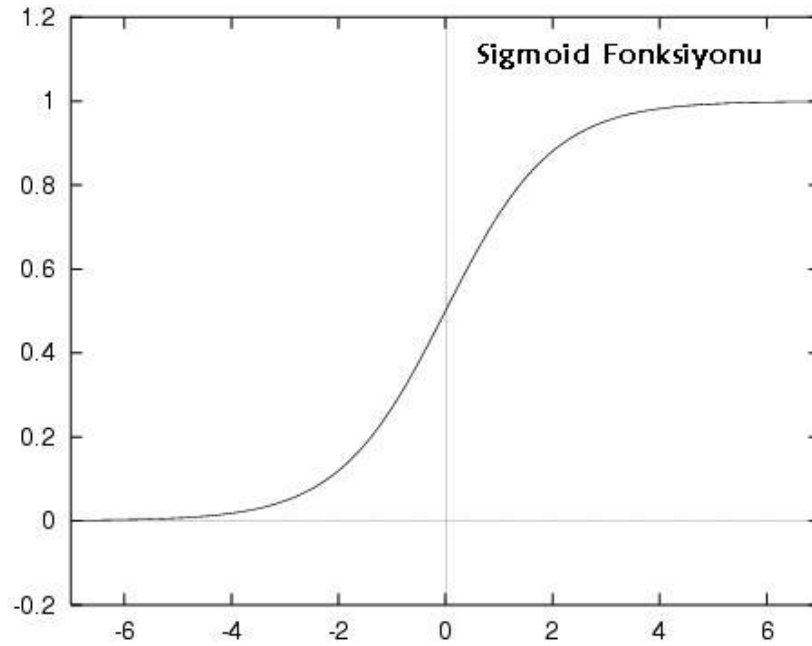
Kullanılan Yapay Sinir Ağları modeli 3 katmanlı YSA modelidir. Giriş katmanı, gizli katman ve çıkış katmanından oluşmaktadır. Giriş katmanında 10 nöron, gizli katmanda 11 nöron, çıkış katmanında ise 1 nöron bulunmaktadır. Şekil 6 da kullanılan YSA modeli gösterilmiştir



Şekil 6 YSA Model Yapısı

Aktivasyon fonksiyonu olarak Sigmoid fonksiyonu kullanılmıştır. Sigmoid fonksiyonu (Sigmoid function) basitçe $f(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$ olarak tanımlanır.

Sigmoid fonksiyonunun ismi de fonksiyonun Kartezyen uzayda çizilmiş halinin andırdığı Σ (Sigma) harfinden gelmektedir. Bu çizim aşağıda tasvir edilmiştir:



Şekil 7 Sigmoid Fonksiyonu Grafiği

Yukarıda da gösterildiği üzere fonksiyon 0 ve 1 arasındaki y değerleri için tanımlı olup $x=0$ ekseninden önce 0'a sonrasında ise 1'e yakınsamaktadır.

Bu fonksiyon özellikle bir yapay sinir ağındaki sinir hücrelerinin aktivasyonu için oldukça kullanışlıdır.

3.3. Beş Sayı Özeti (Five Number Summary)

Veri doğruluğunun sağlanması açısından istisnai (outlier) verilerin bulunabilmesi için Beş Sayı Özeti kullanılan etkin bir yöntemdir. Beş Sayı Özeti adından da anlaşıldığı üzere elimizdeki veri kümesini beş tane değer ile ifade etmek demektir. Veri kümesi küçükten büyüğe doğru sıralı olmalıdır. Bu beş sayı aşağıdaki şekildedir [17].

- En Küçük (The Minimum)– veri kümesindeki en küçük değer.
- Birinci Çeyrek (The First Quartile) – Q1, Veri kümesinin ilk çeyrek değeri. Verilerin yüzde 25'i bu değer altındadır.
- Medyan (The Median) – Veri kümesinin orta noktasıdır. Tüm verinin yüzde 50'si medyanın altındadır.
- Üçüncü Çeyrek (The Third Quartile) –Q3, Veri kümesinin üçüncü çeyrek değeri. Verilerin yüzde 75'i bu değer altındadır.
- En Büyük (The Maximum) – veri kümesindeki en büyük değerdir.

İstisna verileri bulmak için bir değere daha ihtiyaç vardır:

IQR (The Interquartile Range) – Çeyreklikler aralığı, Q3 ve Q1 değerlerinin farkı (1) denklemi ile hesaplanır.

$$IQR = Q3 - Q1 \quad (1)$$

Alt sınır hesaplanırken (2) denklemi kullanılır.

$$Q1 - 1,5 \times IQR \quad (2)$$

Üst sınır hesaplanırken (3) denklemi kullanılır.

$$Q3 + 1,5 \times IQR \quad (3)$$

Veri kümesinde [*ALTSINIR*(2), *ÜSTSINIR*(3)] aralığı dışında kalan veriler istisnai veri olarak adlandırılır. Veri kümesini oluştururken bu metodu kullanarak verileri istisnai verilerden arındırılır.

3.4. Geri Yayılım (Backpropagation) Algoritması

Bir giriş setine karşılık olarak özel bir fonksiyonel karakteristiği elde edebilmek için çıkışlar oluşturmak üzere ağırlıkların ayarlanması prensibine dayanan bir YSA algoritmasıdır. Katmanlar arasında tam bir bağlantının bulunduğu çok katmanlı, ileri beslemeli ve öğreticili olarak eğitilen bir YSA modelidir ve hataları geriye doğru çıkıştan girişe azaltmaya çalışmasından dolayı bu ismi almıştır [11-18].

Back Propagation ağı, ilk kez 1974 yılında Werbos tarafından önerilmiştir, su anda kullanılan versiyon 1986 yılında Rumelhart, Hinton, ve Williams tarafından geliştirilmiştir [11].

Mimarisi :

- En az üç katmandan meydana gelen, ileri beslemeli, geri yayımlı ağ
- Düğüm fonksiyonu (türevi alınabilecek) herhangi bir fonksiyon olabilir fakat en sık tercih edileni: sigmoid function

Öğrenmesi :

- Genelleştirilmiş delta kuralı

$$\delta_k \leftarrow o_k(1 - o_k)(t_k - o_k) \quad (4)$$

δ_k : çıkış katmanı hatası

o_k : çıkış değeri

t_k : beklenen çıkış değeri

$$\delta_h \leftarrow o_h(1 - o_h) \sum_{k \in \text{çıkışlar}} w_{kh} \delta_k \quad (5)$$

δ_h : gizli katman hatası

o_h : çıkış değeri

w_{kh} : gizli katman ağırlıkları

$$\Delta w_{ji} = \eta \delta_j x_{ji} \quad (6)$$

η : öğrenme oranı

δ_j : hata oranı

x_{ji} : giriş değeri

- Ağırlık güncelleme kuralı : Gradient Descent (eğim düşümü)

$$w_{ji}(t + 1) \leftarrow w_{ji}(t) + \Delta w_{ji}(t) \quad (7)$$

$w_{ji}(t)$: t anındaki ağırlık

$w_{ji}(t + 1)$: $t + 1$ anındaki ağırlık

$\Delta w_{ji}(t)$: t anındaki ağırlığın deltası

Bir geri yayılım ağındaki öğrenme aşağıdaki basamaklardan oluşur [11]:

- Eğitim kümesinden bir sonraki örneği seçme ve ağ girişine giriş vektörü uygulama.
- Ağın çıkışını hesaplama.
- Ağın çıkışı ile istenen vektör (hedef vektör) arasındaki hatayı hesaplama.
- Hatayı küçültecek şekilde ağın ağırlıklarını ayarlama.

Şekil 8 de geri yayılım algoritmasına ilişkin sözde kod verilmektedir.

```

function GeriYayilimYSA(öğrenme_seti , η, n_giriş , n_gizli , n_çıkış)
/*
* Her öğrenme seti elemanı ( $\vec{x}, \vec{t}$ ),  $\vec{x}$  giriş değerleri vektörü,  $\vec{t}$  çıkış değerleri vektöründen oluşur.
* η öğrenme katsayısını (örn., 0.05).
* n_giriş giriş katmanındaki eleman sayısını,
* n_gizli gizli katmandaki nöron sayısını ve
* n_çıkış çıkış katmanındaki eleman sayısını belirtir.
* Girişler i den j ye doğru  $x_{ij}$  ve ağırlıklar i den j ye  $w_{ij}$  şeklinde tanımlanlanır.
*/
- n_giriş adet giriş, n_gizli adet gizli katman ve n_çıkış adet çıkış katmanı elemanı ile ileri beslemeli ağ kurulur.
- Bütün ağırlıklara rastgele küçük değerler atanır. (örn., -0.05 ile 0.05 aralığında).
Durdurma koşulu sağlanıncaya kadar,
Do
{
    Öğrenme setindeki her ( $\vec{x}, \vec{t}$ ) elemanı için,
    Do
    {
        Ağ üzerinden ileriye doğru girişlerin yayılımı:
        1.  $\vec{x}$  vektörünü ağa gir ve ağdaki her u eleman için  $\phi_u$  çıkış değerini hesapla
        Ağ üzerinden hataların geriye doğru yayılımı:
        2. Her k çıkış elemanı için, onun hatasını hesapla  $\delta_k$ 
           
$$\delta_k \leftarrow o_k(1 - o_k)(t_k - o_k)$$

        3. Her gizli eleman h, onun hatasını hesapla  $\delta_h$ 
           
$$\delta_h \leftarrow o_h(1 - o_h) \sum_{k \in \text{çıkışlar}} w_{kh} \delta_k$$

        4. Ağdaki her ağırlığı güncelle
           
$$w_{ji} \leftarrow w_{ji} + \Delta w_{ji}$$

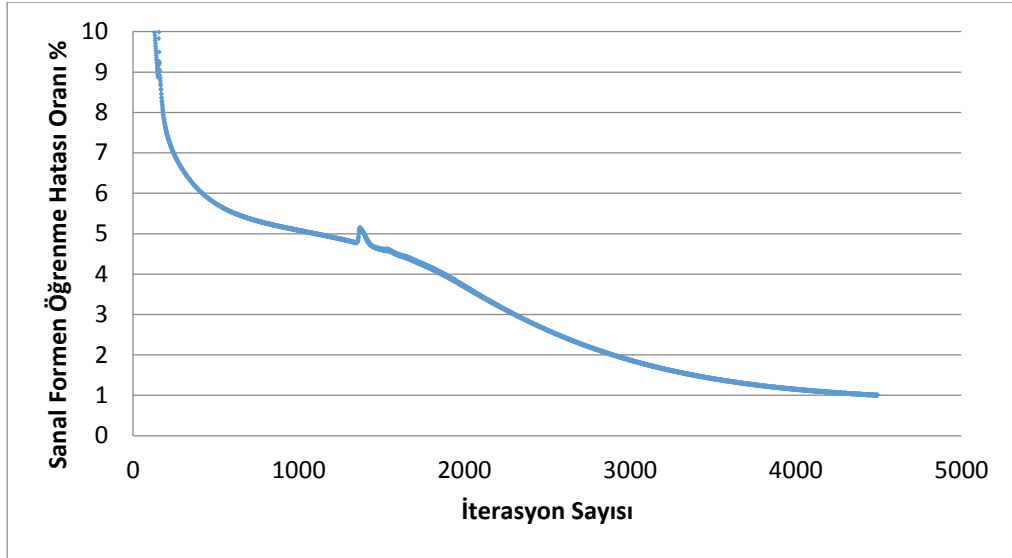
        Nerede
           
$$\Delta w_{ji} = \eta \delta_j x_{ji}$$

    }
}

```

Şekil 8 Geri Yayılım Sözde Kodu

Şekil 9 da geri yayılım algoritması ile sanal formenin geçmiş verileri öğrenme grafiği verilmiştir. Grafikte de görüldüğü gibi yaklaşık 4500 iterasyonda geri yayılım algoritması %1 civarında bir hata ile öğreniyor.



Şekil 9 Geri Yayılımlı Sanal Formen Öğrenme Grafiği

3.5. Benzetimli Tavlama (Simulated Annealing) Algoritması

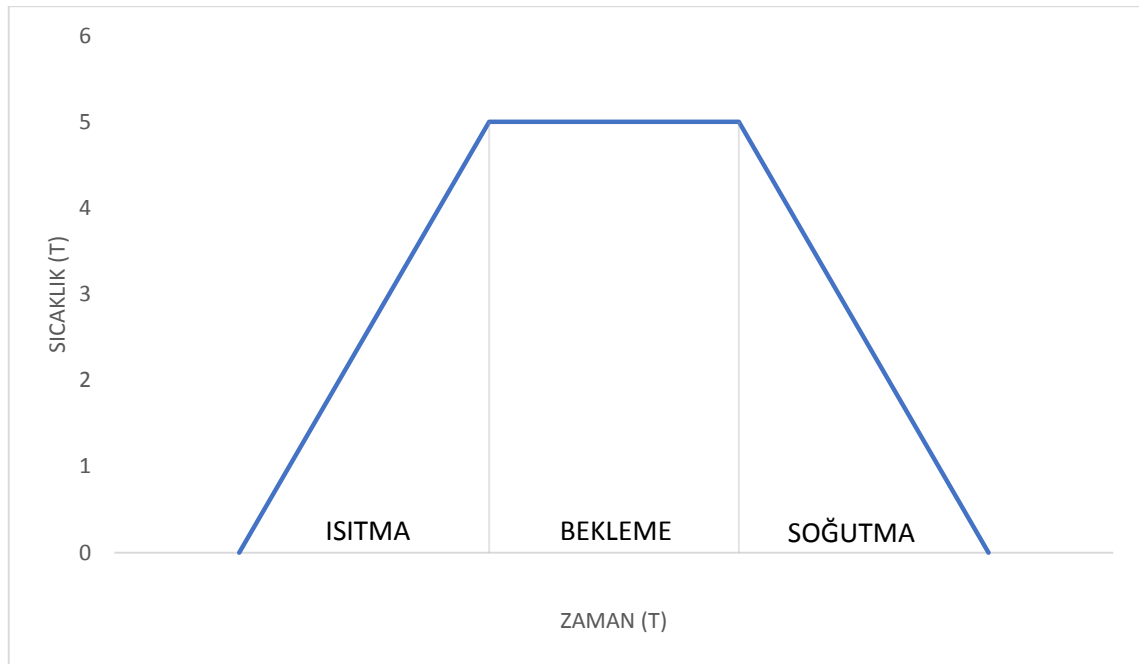
Isıl işlem algoritması olarak da literatürde geçen benzetimli tavlama algoritması, bir katının minimum enerji durumu elde edilene kadar yavaş yavaş soğutulduğu fiziksel tavlama sürecini taklit eden sezgisel arama yöntemidir. Kirkpatrick ve arkadaşları tarafından 1983 yılında önerilmiştir [19].

Eniyileme teorisi, en iyiyi bulmayı ve bunun yöntemlerini inceler. En iyinin nasıl tanımlanacağını ve ona nasıl ulaşılacağını araştırır. Arama uzayının büyüklüğü nedeniyle kombinyonel eniyileme problemlerinin çözümü, eniyileme yöntemlerinden faydalanmayı gerektirir. Büyük bir arama uzayı içinde gerekirci yöntemlerin kullanımı hemen hemen imkânsızdır. Çünkü bu arama uzayı içinde en iyi çözümlerin bulunması çok zaman alır. Yerel arama yöntemleri de arama sürecinde yerel en küçük çözümde takılıp daha iyi bir çözüm değerine ulaşılmasına engel olabilir. Arama algoritmaları için bir dezavantaj sayılan bu durum karşısında daha detaylı arama yapan arama yöntemleri geliştirilmiştir. Benzetimli tavlama algoritması bu yöntemlerden birisidir [19-24].

Benzetimli tavlama algoritması, pek çok değişkene sahip fonksiyonların en büyük veya en küçük değerlerinin bulunması ve özellikle pek çok yerel küçük değere sahip doğrusal olmayan fonksiyonların en küçük değerlerinin bulunması için tasarlanmıştır. Genetik algoritmalar, tabu arama gibi diğer olasılıksal yaklaşımlar en iyi çözümün en kısa zamanda üretimini sağlar [19-24].

Bu sebeple özellikle matematiksel modellerle gösterilemeyen kombinasyonel problemlerin eniyileme uygulamalarında tercih edilir. Benzetimli tavlama algoritması; elektronik devre tasarımı, görüntü işleme, yol bulma problemleri, seyahat problemleri, malzeme fiziği simülasyonu, kesme ve paketleme problemleri, akış çizelgeleme ve iş çizelgeleme problemlerinin çözümlerinde başarılı sonuçlar vermiştir [19-24].

Benzetimli tavlama katı cisimlerin ısıtılması sonrasında kristalleşmeye kadar yavaşça soğutulması esasına dayanır. Sıcaklık değeri de bu benzetim de elde edilen en iyi çözümden daha kötü bir çözümün kabul edilme olasılığını belirler. Benzetimli Tavlama yüksek sıcaklık değeriyle başlar. Her hesaplama adımında mevcut çözümün komşuları arasından çok sayıda çözüm üretilir. Yeni çözümler belirlenen kriterlere göre kabul edilir veya reddedilir. Her hesaplama adımından sonra sıcaklık belirlenen bir fonksiyona göre azaltılır.



Şekil 10 Isıl İşlem Kademeleri

Hedeflenen çözüme veya maksimum iterasyona yada minimum sıcaklık değerine ulaşıldığında algoritma sonlandırılır.

Şekil 10’da benzetimli tavlama algoritmasının sözde kodu görülmektedir.

```

function BenzetimliTavlama(){
    s = f(0);           // fonksiyondan ilk değeri al
    e = E(s);          // enerjisini hesapla
    sBest = s;         // şimdilik en iyi durum ilk durumdur
    eBest = e;         // en iyi enerji de ilk durumdaki enerjidir
    for(int i = 0; i<MAX; i++) // i, ilk durumdan son duruma kadar dolaşsın
    {
        s' = komsu (s); // s durumunun komşusu s' durumudur
        e' = E(s');     // komşunun enerjisini hesapla
        if( eBest < e' ) // eğer en iyi enerjiden daha iyi bir enerji bulduysak
        {
            sBest = s'; // en iyi durum s' olsun
            eBest = e'; // en iyi enerji de e' olsun
        }
        if( P( e, e', T( i / MAX )) > rand() )
        { // eğer enerjiler ve ısı ile üretilen olasılık büyük ise devam edilir
            s = s'; // yeni durum s' olur
            e = e'; // yeni enerji e' olur
        }
    } // maksimum deneyeme ulaşıldığı zaman çıkabiliriz.
    return sBest; // şimdiye kadar bulunan en iyi sonuç durumunu döndür
}

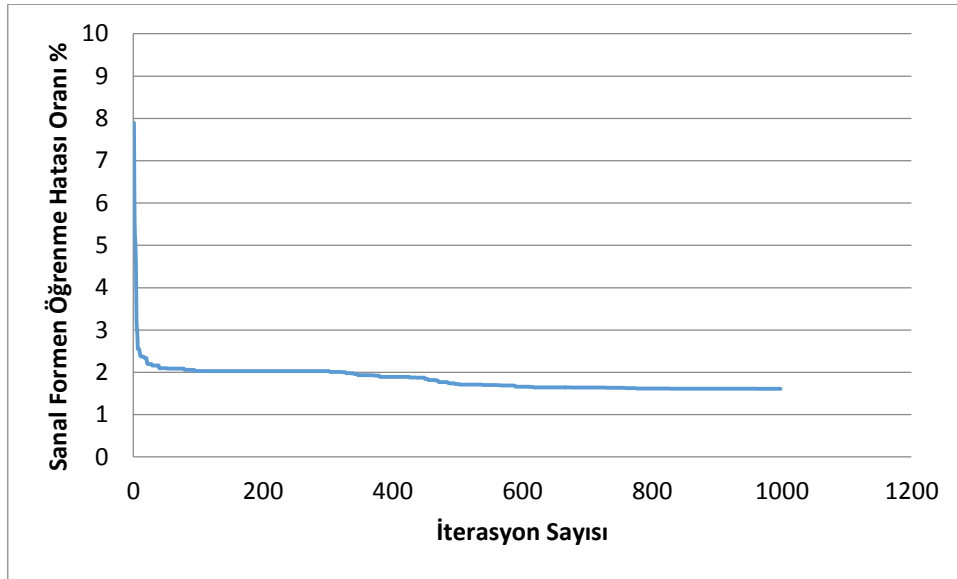
```

Şekil 11 Benzetimli Tavlama Sözde Kodu

Benzetimli tavlama algoritmasının en önemli parametrelerini başlangıç sıcaklığı, bitiş sıcaklığı ve soğutma planı (tekrar sayısı ve sıcaklık düşürme oranı) oluşturmaktadır. Bu parametrelerin en uygun değerleri aşağıdaki gibi bulunmuştur.

- Başlangıç Sıcaklığı : 10
- Bitiş Sıcaklığı : 2
- Tekrar Sayısı : 100
- Sıcaklık Düşürme Oranı : %1,5

Aşağıda benzetimli tavlama algoritması ile sanal formenin öğrenme grafiği verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi yaklaşık 1000 iterasyonda benzetimli tavlama algoritması %1.6 civarında bir hata ile öğreniyor.



Şekil 12 Benzetimli Tavlamalı Sanal Formen Öğrenme Grafiği

3.6. Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimisation) Algoritması

Parçacık sürüsü algoritması doğadaki hayvan sürülerinde, bireylerin kendi sosyal ve kişisel tecrübelerinden faydalanarak sürdürdüğü yaşamdan esinlenerek ortaya çıkan bir optimizasyon tekniğidir. PSO algoritması parçacık adı verilen bireyler arasındaki sosyal ve kişisel etkileşimi kullanarak arama uzayında bireylerini olarak en anlamlı bölgeye doğru yönlendirir [25-30].

PSO, bir grup rastgele çözümlerle (parçacık sürüsü) başlatılır ve güncellemelerle en uygun çözüm bulunmaya çalışılır. Her iterasyonda, parçacık konumları, iki en iyi parçacığa göre güncellenir. İlki; o ana kadar kullanılan aynı numaralı parçacıklar arasındaki en iyi uygunluk değerine sahip olan parçacıktır. Bu parçacık yerel en iyi “ p_{en} ” olarak adlandırılır ve hafızada saklanmalıdır. Diğeri ise, popülasyonda o ana kadar tüm parçacıklar arasında elde edilen en iyi uygunluk değerini sağlayan parçacıktır. Bu parçacık global en iyidir ve “ g_{en} ” ile gösterilir [25-30].

$$v_i^{k+1} = v_i^k + c_1 r_1^k (p_{en_i}^k - p_i^k) + c_2 r_2^k (g_{en}^k - p_i^k) \quad (8)$$

v_i^k : parçacığın k anındaki hızı

v_i^{k+1} : parçacığın $k + 1$ anındaki hızı

$p_{en_i}^k$: i parçacığının k anındaki en iyi pozisyonu

g_{en}^k : sürü tarafından bulunan en iyi pozisyon

c_1 ve c_2 : bilişsel ve sosyal bileşen katkısını ölçmek için pozitif ivme sabitleri

r_1^k ve r_2^k : stokastik özellik katmak için [0,1] aralığında rastgele sayılar

p_i^k : k zamanında i. parçacığın pozisyonu

Şekil 12'de parçacık sürü optimizasyonu algoritmasının sözde kodu görülmektedir.

```

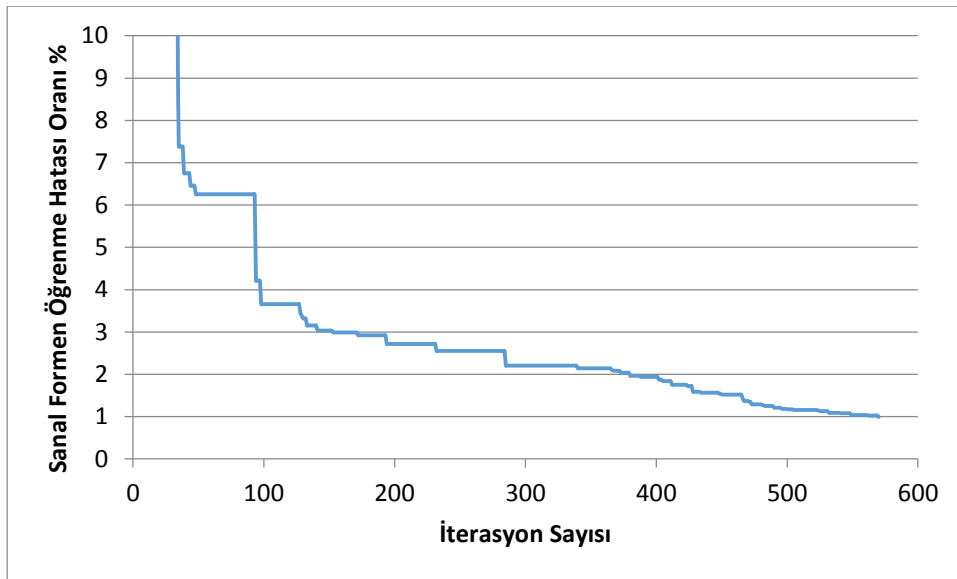
function ParticleSwarmOptimisation(){
  For her parçacık için
  { başlangıç koşullamaları }
  End
  Do {
    For her parçacık için
    {
      pi = f(pi); //Uygunluk değerini hesapla
      If ( pi > pen ) //eğer uygunluk değeri, pen ten daha iyi ise;
      {
        pen = pi; //şimdiki değeri yeni pen olarak ayarla
      }
    }
  End
  //Tüm parçacıkların bulduğu pen değerlerinin en iyisini, tüm parçacıkların gen'i olarak ayarla
  gen = pen;
  For her parçacık için
  {
     $v_i^{k+1} = v_i^k + c_1 r_1^k (p_{en_i}^k - p_i^k) + c_2 r_2^k (g_{en}^k - p_i^k)$ 
    denlemine göre parçacık hızını hesapla
    // c1 ve c2 öğrenme faktörleridir.
    // r1 ve r2 [0,1] arasında düzgün dağılımlı rastgele sayılardır
     $p_i^{k+1} = p_i^k + v_i^{k+1}$ 
    denlemine göre parçacık pozisyonunu güncelle
    // k iterasyon sayısıdır
    // i parçacık indisidir.
  }
  End
}
While {iterasyon sayısı ≤ maksimum iterasyon sayısı veya eğitim ölçütü ≤ hedef eğitim ölçütü
}

```

Şekil 13 Parçacık Sürü Optimizasyonu Sözde Kodu

Parçacık sürü optimizasyonunda ise önemli parametre sürü boyutudur. Sürü boyutu 100 olarak seçilmiştir.

Aşağıda parçacık sürü optimizasyonu algoritması ile sanal formenin öğrenme grafiği verilmiştir. Grafikte görüldüğü gibi yaklaşık 600 iterasyonda parçacık sürü optimizasyonu algoritması %0,9 civarında bir hata ile öğreniyor.



Şekil 14 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sanal Formen Öğrenme Grafiği

3.7. Google Coğrafi Kodlama API (The Google Geocoding API)

Coğrafi kodlama API(Uygulama Proglamlama Arayüzü)'si http üzerinden erişilebilen ve çıktıyı XML veya JSON olarak alabileceğimiz servisler sunmaktadır.

3.7.1. Coğrafi Kodlama (Geocoding)

Coğrafi kodlama “Yeni İstanbul Cad. No: 235 42003 Selçuklu / KONYA” gibi adreslerin harita üzerinde gösterilebilmesi için coğrafi koordinatlara (Boylam : 32.5171574 , Enlem :38.0058915) çevrilmesi işlemidir.

Aşağıda api'ye yapılan istek ve istek sonucunda dönen cevap gösterilmiştir.

İstek:

```
http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/xml
?address=235+Yeni+İstanbul+Caddesi+Selçuklu,+KONYA+,+TR
&sensor=false
```

Cevap :

```
<GeocodeResponse>
  <status>OK</status>
  <result>
    <type>street_address</type>
    <formatted_address>
      Ardıçlı Mh., Yeni İstanbul Caddesi No:235, 42000 Konya, Türkiye
```

```

</formatted_address>
<address_component>
  <long_name>235</long_name>
  <short_name>235</short_name>
  <type>street_number</type>
</address_component>
.
.
.
.
<geometry>
  <location>
    <lat>38.0081845</lat>
    <lng>32.5189446</lng>
  </location>
  <location_type>RANGE_INTERPOLATED</location_type>
  <viewport>
    <southwest>
      <lat>38.0068344</lat>
      <lng>32.5175865</lng>
    </southwest>
    <northeast>
      <lat>38.0095323</lat>
      <lng>32.5202845</lng>
    </northeast>
  </viewport>
  <bounds>
    <southwest>
      <lat>38.0081822</lat>
      <lng>32.5189264</lng>
    </southwest>
    <northeast>
      <lat>38.0081845</lat>
      <lng>32.5189446</lng>
    </northeast>
  </bounds>
</geometry>
<partial_match>true</partial_match>
</result>
</GeocodeResponse>

```

3.7.2. Ters Coğrafi Kodlama (Reverse Geocoding)

Ters coğrafi kodlama ise harita üzerindeki coğrafi koordinatların (Boylam : 32.5171574, Enlem :38.0058915) insanlar tarafından okunabilir hale (Yeni İstanbul Cad. No: 235 42003 Selçuklu / KONYA) dönüştürülmesi işlemidir.

Aşağıda api'ye yapılan istek ve istek sonucunda dönen cevap gösterilmiştir.

İstek :

```

http://maps.googleapis.com/maps/api/geocode/xml
?latlng=38.0081845,32.5189446&sensor=false

```


Cevap :

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<GeocodeResponse>
  <status>OK</status>
  <result>
    <type>street_address</type>
    <formatted_address>Ardıçlı Mh., Yeni İstanbul Caddesi No:237, 42000
Konya, Türkiye</formatted_address>
    <address_component>
      <long_name>237</long_name>
      <short_name>237</short_name>
      <type>street_number</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Yeni İstanbul Caddesi</long_name>
      <short_name>Yeni İstanbul Cd</short_name>
      <type>route</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Ardıçlı Mh.</long_name>
      <short_name>Ardıçlı Mh.</short_name>
      <type>neighborhood</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Konya</long_name>
      <short_name>Konya</short_name>
      <type>locality</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Selçuklu</long_name>
      <short_name>Selçuklu</short_name>
      <type>administrative_area_level_2</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Konya</long_name>
      <short_name>Konya</short_name>
      <type>administrative_area_level_1</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>Türkiye</long_name>
      <short_name>TR</short_name>
      <type>country</type>
      <type>political</type>
    </address_component>
    <address_component>
      <long_name>42000</long_name>
      <short_name>42000</short_name>
      <type>postal_code</type>
    </address_component>
    :
    .
  </result>
</GeocodeResponse>

```

İstek karşısında oluşan cevapta görüldüğü üzere bu api adres verisi ile ilgili gerekli bütün verileri vermektedir.

3.8. Açgözlü Görev Zamanlaması (Greedy Task Schedule) Algoritması

Görev zamanlamasında açgözlü yaklaşım en erken bitiş zamanını baz alarak çalışır. Bir görev/olay kümesi süre niteliklerine göre kısıdan uzuna doğru sıralanır ve açgözlü yaklaşım burada en erken bitecek olanı seçerek ilerler böylece kısa olanlar bitmeden uzun olanlara sıra gelmez. Bu tezde ele alınan yaklaşımda işler tek tek geldiği için ilk gelen işi en erken bitirecek ekibi seçecek yaklaşım kullanılmaktadır [31].

Aşağıda açgözlü görev zamanlamasına ilişkin sözde kod yer almaktadır.

```

function GreedyTaskSchedule(yeni_is_emri , isin_suresi, ekipler_listesi)
/*
* yeni_is_emri   : iş emri bilgilerini içerir
* isin_suresi    : YSA algoritmalarıyla hesaplanan işin tahmini tamamlanma süresi
* ekipler_listesi : İş yapabilecek ekipler listesi
*/

ListA<Ekip,T> : Boş bir liste oluştur.
Her ekip için
Do
{
    te : Ekibin elindeki işlerin bitiş süresini hesapla
    tu : Ekibin işe ulaşma süresini hesapla
    tbitis : işin toplam bitiş süresini hesapla
    tbekleme : Ekibin boşta bekleme süresini hesapla
     $t_{bitis} = t_e + t_u + isin\_suresi - t_{bekleme}$ 
    ListA ya ekle ( Ekip , tbitis )
}

ListA yı T ye göre artan şekilde sırala.
İlk sırada ki ekibe işi ata.

return;

```

Şekil 15 Aç Gözlü Görev Zamanlaması Sözde Kodu

Yeni gelen iş emri ile birlikte iş emrinin tamamlanma süresi YSA, PSO, SA algoritmaları aracılığıyla hesaplanarak, ekip listesi ile birlikte greedy algoritmasına parametre olarak verilir. Algoritma ekip listesindeki her ekip için işi ne zaman bitirebileceklerini hesaplar.

Bu hesaplama yapılırken kilitlenme olmaması için ve iş geldiği zaman ekiplerin elinde hiç iş olmama durumuna karşılık, ekiplerin ne kadar süredir boşta beklediği de parametre olarak kullanılmıştır.

$$t_{bitis} = t_e + t_u + isin_suresi - t_{bekleme} \quad (9)$$

t_{bitis} : işin toplam tamamlanma süresi
t_e : Ekibin elindeki işlerin bitiş süresini hesapla
t_u : Ekibin işe ulaşma süresini hesapla
isin_suresi : işin YSA, PSO, SA ile hesaplanan tamamlanma süresi
t_{bekleme} : Ekibin boşta bekleme süresini hesapla

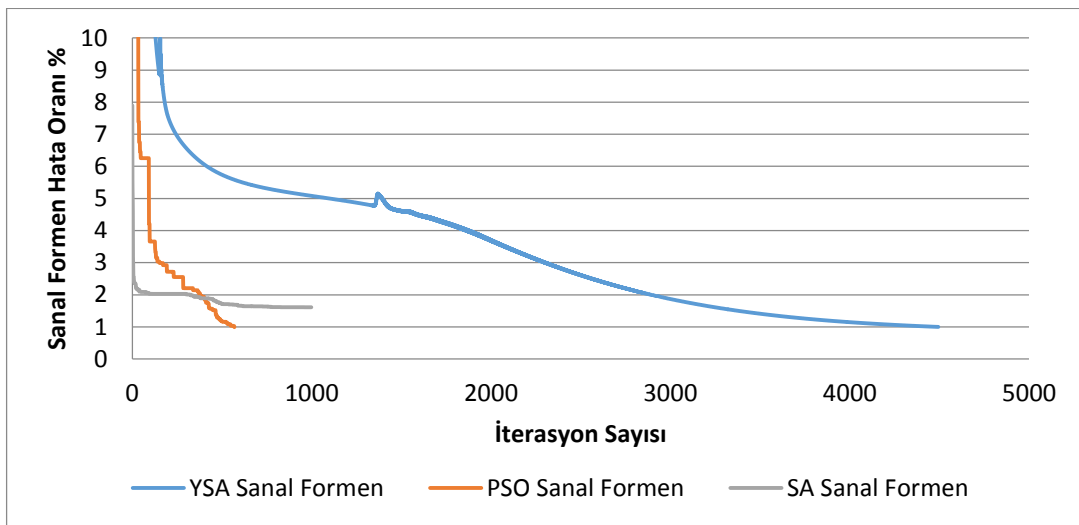
Denklem (9) da görüldüğü gibi ekibin elindeki işlerin bitiş süresi, ekibin işe ulaşma süresi, işin YSA, PSO, SA ile hesaplanan tamamlanma süresi toplanarak elde edilen değerden ekiplerin boşta bekleme süreleri çıkartılmış böylece ekiplerin olabildiğince eşit çalışmalarını sağlamak hedeflenmiştir.

Elde edilen sonuçta ekiplerden işi ilk önce bitirecek olana iş ataması yapılmıştır. Bütün iş emirleri için bu aşamalar çalıştırılmış olup sonuçlar araştırma sonuçları bölümünde ele alınmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

2012 yılında oluşan bütün iş emirleri ele alınmış ve beş sayı özeti algoritması ile aşırı değerler elenmiş veri bütünlüğü sağlanarak temiz bir eğitim seti oluşturulmuştur. Eğitim setinde bulunan 9000 civarı iş emri 3 farklı algoritma ile eğitime tabi tutulmuştur.

Ekip sayıları her algoritma için eşit tutulmuştur. Ekiplere çalışma sürelerinin %10'u kadar dinlenme süresi verilmiştir. Eğitim sonrası oluşan öğrenme eğrileri aşağıda verilmiştir.



Şekil 16 Sanal Formen Öğrenme Grafiği

Şekil 16'da görüldüğü üzere sistem 2012 yılındaki verileri %95-98 aralığında başarı ile öğrenmiştir.

Test verileri olarak ise 2013 yılından rastgele seçilen bir günde yapılan iş emirleri seçilmiştir. Test verileri sisteme girdi olarak verilmiş ve çıkan sonuçlar karşılaştırılmıştır. İlgili iş emirleri için öncelikle işin ne kadar zamanda yapılabileceği bilgisi hesaplanmaktadır.

Ekiplere iş ataması yapılırken her ekibin elindeki iş emirleri bunların bitiş süreleri, eğer elinde iş emri yok ise ne kadar zamandır boşta bekledikleri, boşta ise buldukları lokasyondan değilse ellerindeki en son işin lokasyonundan yeni gelen iş emrine olan uzaklıkları ve bu uzaklığa ne kadar sürede ulaşabileceği hesaplanmaktadır. Bu bilgiler

açgözlü görev zamanlama algoritmasına gönderilerek bu iş için en uygun ekip seçilmektedir. Seçilen ekibe ilgili iş atanıp ekibin bilgileri güncellenmektedir.

İl genelinde ilgili iş emirlerinde toplamda 5 ekibin çalıştığı düşünülerek sonuçlar elde edilmiştir. Tablolarda ekiplerin sonuçlandığı toplam iş emirleri, bu işler üzerinde çalıştığı toplam çalışma süreleri ve işler arasında geçen toplam ulaşım süreleri gösterilmiştir.

Haritalarda ki her bir nokta ise bir iş emrini göstermektedir. Noktaların renkleri ise ekipleri simgelemektedir. Yakın noktalarda farklı ekiplerin görevlendirildiği görülmektedir. Bunun sebebi işlerin geliş sırasına göre işlenerek sistemin işi en kısa zamanda tamamlamayı hedeflemesinden, ve de iş geldiği zaman o işi ilk önce bitirecek ekibe atamasından kaynaklanmaktadır.

4.1. Gerçek İş Emri Değerleri

10 Ocak 2013 günü oluşan 31 tane iş emrinin ekipler üzerine dağılımı, ekiplerin ulaşım için harcadıkları toplam süreler, ekiplerin net çalışma süreleri Tablo 10'da gösterilmiştir.

Tablo 10 Gerçek İş Emri Değerleri Ekip-İş Emri Tablosu

Ekipler	Ekip 7	Ekip 8	Ekip 10	Ekip 12	Ekip 13	Ekip 24	Ekip 28	Ekip 31	Ekip 33	Ekip 35	Ekip 56
Toplam İş Emri Sayısı	2	3	4	4	3	3	4	1	3	3	1
Toplam Ulaşım Süresi (dk)	9	26	45	101	62	14	51	14	25	64	0
Toplam Net Çalışma Süresi (dk)	225	178	196	297	252	203	176	59	228	159	56

Her bir ekibin tam zamanlı bir işçi olduğu ve bir maaş karşılığı günde 9 saat mesai yaptığı dikkate alınır;

Tablo 11 Gerçek İş Emri Değerleri Değerler Ekip-Çalışma Tablosu

Ekipler	Ekip 7	Ekip 8	Ekip 10	Ekip 12	Ekip 13	Ekip 24	Ekip 28	Ekip 31	Ekip 33	Ekip 35	Ekip 56
Toplam Çalışma Süresi(dk)	234	204	241	398	314	217	227	73	253	223	56
Toplam Dinlenme Süreleri(dk)	46	40	48	79	62	43	45	14	50	44	11
Toplam(dk)	280	244	289	477	376	260	272	87	303	267	67
Mesai Süresi(dk)	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540	540
Verim (Toplam/Mesai)	%51	%45	%53	%88	%69	%49	%50	%16	%56	%49	%12

Tablo 11'de görüldüğü gibi ortalama %48 verim ile bir çalışma söz konusudur. Verimi artırmak hem maliyeti düşürecek hem de hizmet kalitesini artıracaktır. Çalışmalarda bu 31 iş emri beş ekip ile çözülmeye çalışılmıştır.

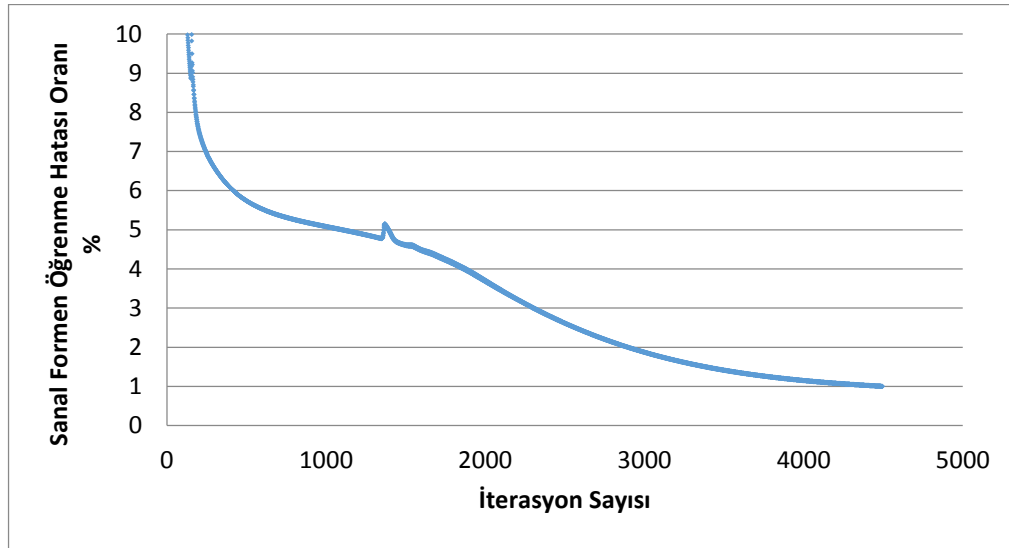
Şekil 17’de haritada her bir nokta iş emrini lokasyonu ile birlikte temsil etmektedir. Her bir renk ise farklı bir ekibi temsil etmektedir.



Şekil 17 Gerçek Değerler Haritası

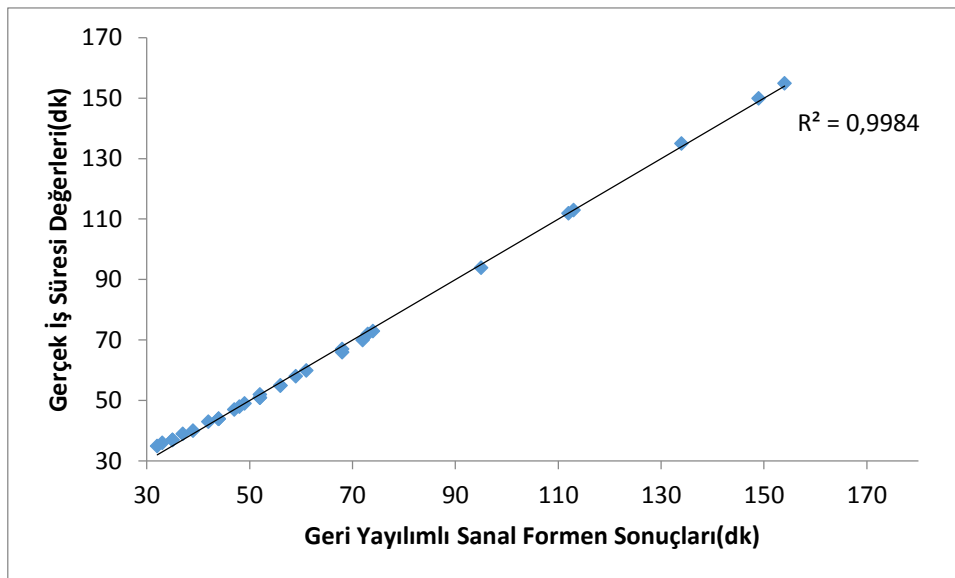
4.2. Geri Yayılımlı Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi

Geri yayılım algoritması sonucu ortaya çıkan verilerin gerçek verilerle %99.84 oranında örtüştüğü gözlenmiş ve bu çalışma için Geri Yayılım Algoritmasının en uygun algoritma olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 18 Geri Yayılımlı Sanal Formen Öğrenme Grafiği

Şekil 18 de görüldüğü gibi %99 a yakın bir öğrenme sağlanmıştır.



Şekil 19 Gerçek İş Süresi Değerleri - Geri Yayılımlı Sanal Formen Karşılaştırması

Şekil 19'dan anlaşılacağı üzere gerçek değerler ile geri yayımlı sanal formenin hesapladığı değerler nerdeyse %100e yakın bir örtüşme sağlamaktadır.

Tablo 12'de geri yayımlı sistemin iş emri ataması sonucu oluşan ekiplerin yaptığı iş emri, çalışma süreleri, dinlenme, ulaşım süreleri ile bu süreler baz alınarak hesaplanan verim verilmiştir.

Tablo 12 Geri Yayımlı Sistem Ekip - İş Emri

Ekipler	Ekip 1	Ekip 2	Ekip 3	Ekip 4	Ekip 5
Toplam İş Emri Sayısı	6	7	6	5	7
Toplam Net Çalışma Süresi(dk)	383	506	396	351	396
Toplam Ulaşım Süresi(dk)	89	81	71	100	70
Toplam Dinlenme(dk)	38	50	39	35	39
Toplam Çalışma(dk)	510	637	506	486	505
Mesai(dk)	540	540	540	540	540
Toplam Verim	%94	%117	%93	%90	%93

İşin tamamlanmadan bırakılmaması gerektiği için işi yetiştirmeyen ekipler ek mesai yapacaktır. 2 numaralı ekip mesaiyi aştığı için ek ücret alacaktır. Bu yüzden ek mesai ile hesap edildiği zaman verim maaş karşılığı yapılan iş üzerinden hesaplanırsa ilgili ekibin verimi %100 olmaktadır. Toplam da verimlilik %94 olmaktadır.

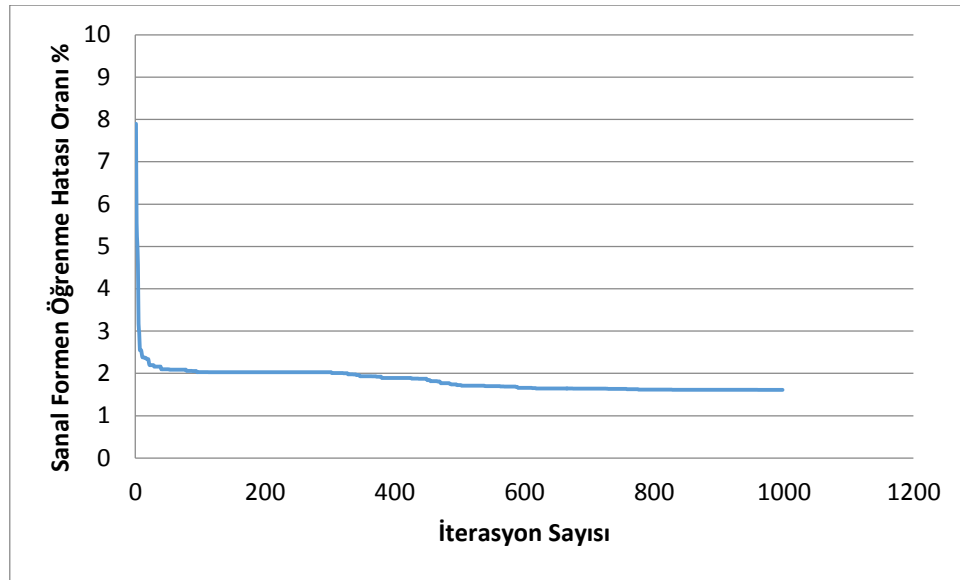
Şekil 20'de Geri Yayılımlı Algoritmaya dayalı Sanal Formen sistem çıktısı üzerindeki her bir nokta iş emrini lokasyonu ile birlikte temsil etmektedir. Her bir renk ise farklı bir ekibi temsil etmektedir.



Şekil 20 Geri Yayılımlı Sistem Çıktısı

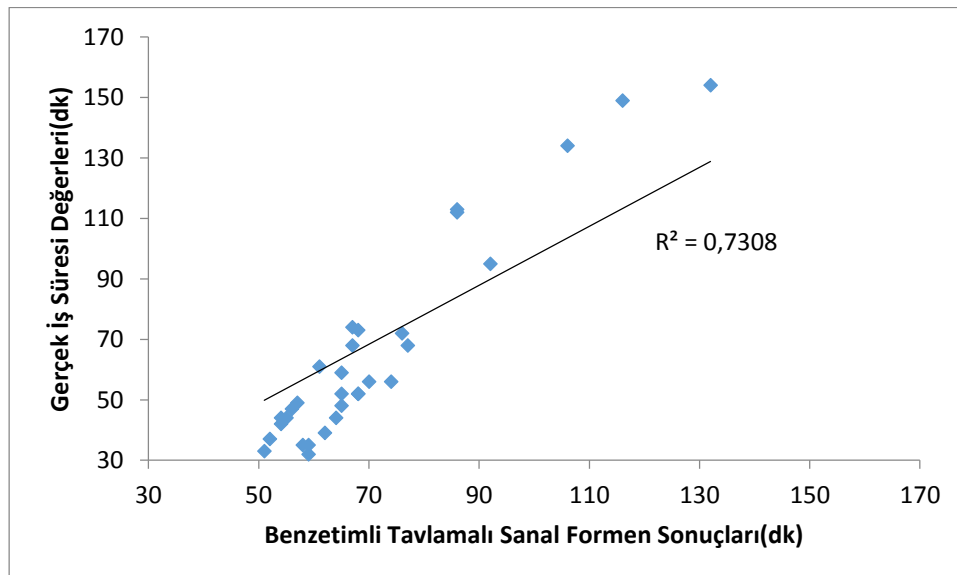
4.3. Benzetimli Tavlamalı Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi

Benzetimli tavlama algoritması sonucu ortaya çıkan veriler gerçek verilerle %73,08 örtüştüğü gözlenmiştir.



Şekil 21 Benzetimli Tavlamalı Sanal Formen Öğrenme Grafiği

Şekil 21’de görüldüğü gibi %98 civarı bir öğrenme sağlanmıştır.



Şekil 22 Gerçek İş Süresi Değerleri - Benzetimli Tavlama Grafiği

Şekil 22’den anlaşılacağı üzere gerçek değerler ile benzetimli tavlmalı sanal formenin hesapladığı değerler %73 civarı örtüşme sağlamaktadır.

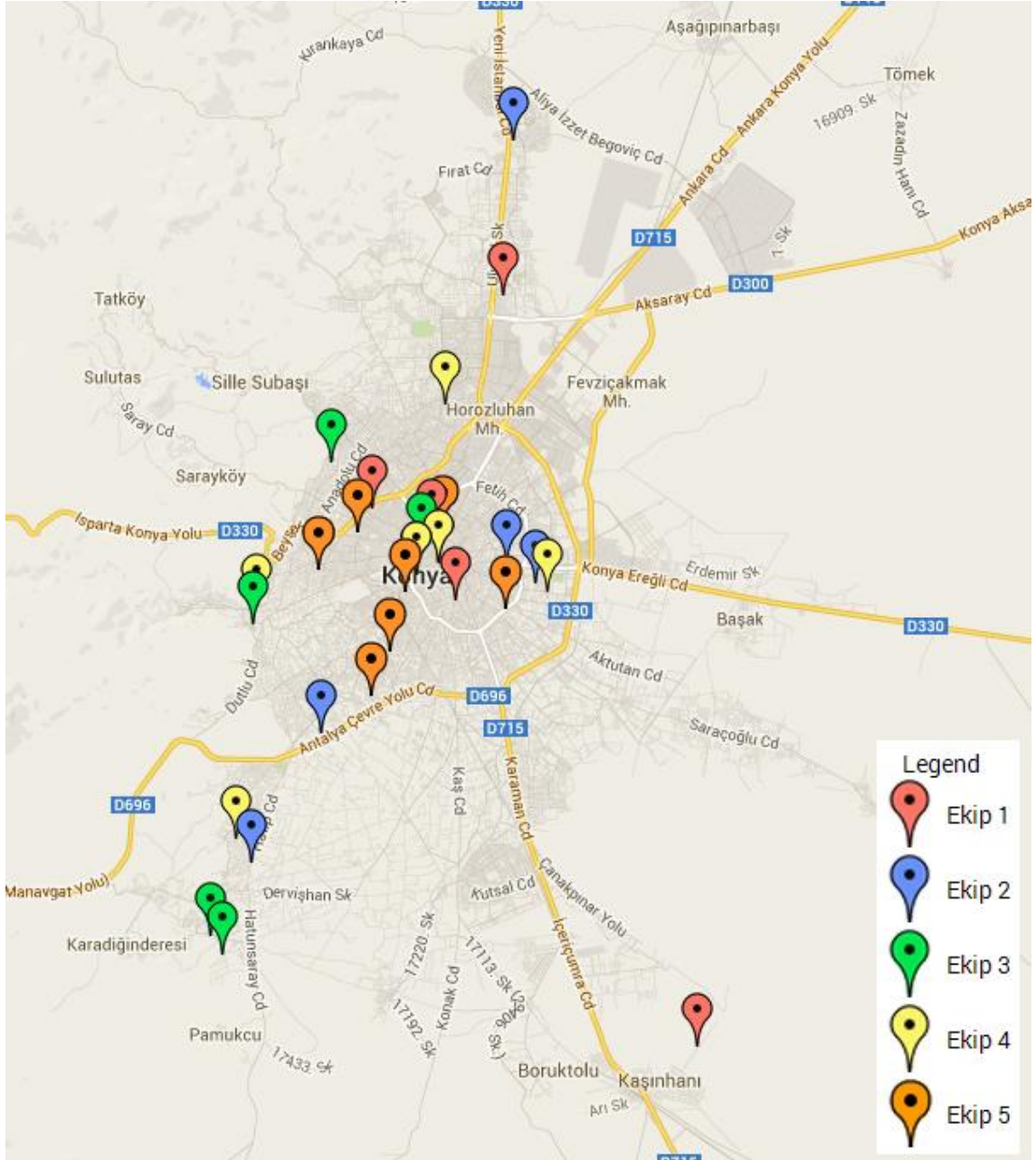
Tablo 13’de Benzetimli Tavlama sistemin iş emri ataması sonucu oluşan ekiplerin yaptığı iş emri, çalışma süreleri, dinlenme, ulaşım süreleri ile bu süreler baz alınarak hesaplanan verim verilmiştir.

Tablo 13 Benzetimli Tavlama Ekip - İş Emri

Ekipler	Ekip 1	Ekip 2	Ekip 3	Ekip 4	Ekip 5
Toplam İş Emri Sayısı	6	7	5	6	7
Toplam Net Çalışma Süresi(dk)	349	490	390	445	449
Toplam Ulaşım Süresi(dk)	83	98	88	75	67
Toplam Dinlenme(dk)	35	50	39	45	45
Toplam Çalışma(dk)	467	638	517	565	561
Mesai(dk)	540	540	540	540	540
Toplam Verim	%86	%118	%95	%105	%104

İşin tamamlanmadan bırakılmaması gerektiği için işi yetişmeyen ekipler ek mesai yapacaktır. 2-4-5 numaralı ekip mesaiyi aştığı için ek ücret alacaktır. Bu yüzden ek mesai ile hesap edildiği zaman verim maaş karşılığı yapılan iş üzerinden hesaplanırsa ilgili ekiplerin verimi %100 olmaktadır. Toplam da verimlilik %96 olmaktadır.

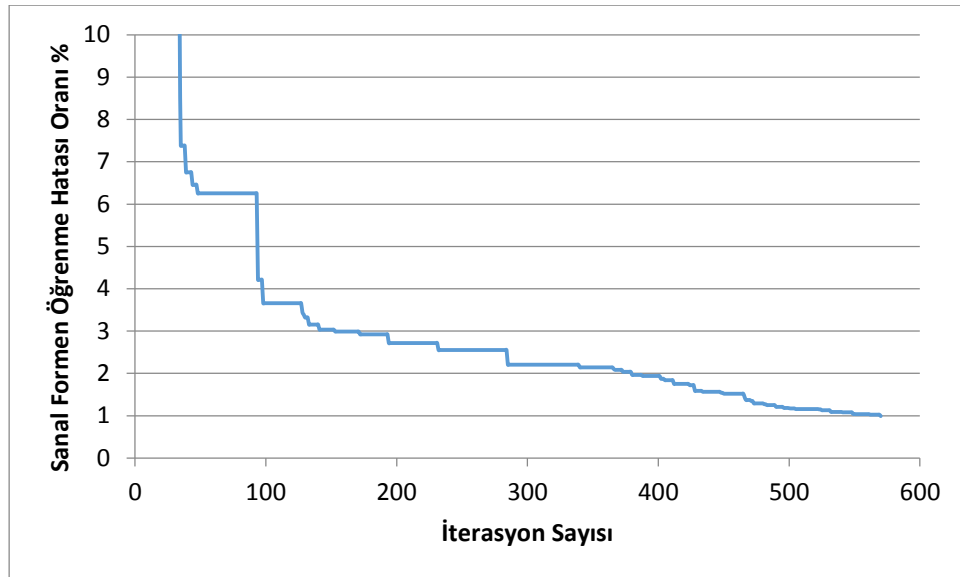
Şekil 23'te Benzetimli Tavlama'ya dayalı Sanal Formen sistem çıktısında her bir nokta iş emrini lokasyonu ile birlikte temsil etmektedir. Her bir renk ise farklı bir ekibi temsil etmektedir.



Şekil 23 Benzetimli Tavlama Sistem Çıktısı

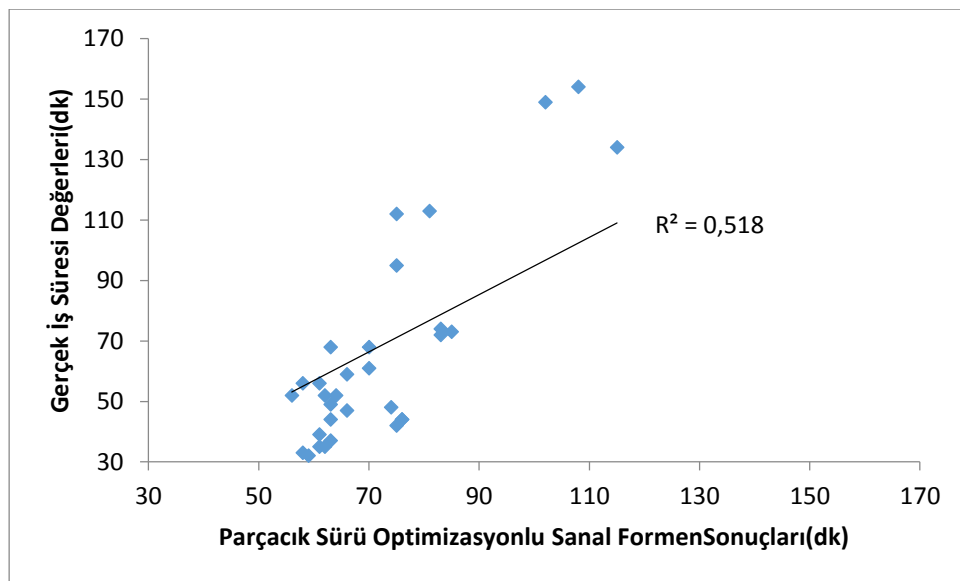
4.4. Parçacık Sürü Optimizasyonlu Akıllı İş Gücü Yönetim Sistemi

Parçacık sürü optimizasyonu algoritması sonucu ortaya çıkan veriler gerçek verilerle %51,8 benzerlik göstermiştir.



Şekil 24 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sanal Formen Öğrenme Grafiği

Şekil 24'te görüldüğü gibi %98 civarı bir öğrenme sağlanmıştır.



Şekil 25 Gerçek İş Süresi Değerleri -Parçacık Sürü Optimizasyonu Grafiği

Şekil 25'ten anlaşılacağı üzere gerçek değerler ile Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sanal Formenin hesapladığı değerler %51,8 civarı örtüşme sağlamaktadır.

Tablo 14'de parçacık sürü optimizasyonlu sistemin iş emri ataması sonucu oluşan ekiplerin yaptığı iş emri, çalışma süreleri, dinlenme, ulaşım süreleri ile bu süreler baz alınarak hesaplanan verim verilmiştir.

Tablo 14 Parçacık Sürü Optimizasyonu Ekip - İş Emri

Ekipler	Ekip 1	Ekip 2	Ekip 3	Ekip 4	Ekip 5
Toplam İş Emri Sayısı	6	6	7	6	6
Toplam Net Çalışma Süresi(dk)	440	400	489	482	423
Toplam Ulaşım Süresi(dk)	72	115	62	99	63
Toplam Dinlenme(dk)	44	40	49	48	42
Toplam Çalışma(dk)	556	555	600	629	528
Mesai(dk)	540	540	540	540	540
Toplam Verim	%103	%103	%111	%116	%97

İşin tamamlanmadan bırakılmaması gerektiği için işi yetiştirmeyen ekipler ek mesai yapacaktır. 1-2-3-4 numaralı ekip mesaiyi aştığı için ek ücret alacaktır. Bu yüzden ek mesai ile hesap edildiği zaman verim maaş karşılığı yapılan iş üzerinden hesaplanırsa ilgili ekiplerin verimi %100 olmaktadır. Toplam da verimlilik %99 olmaktadır.

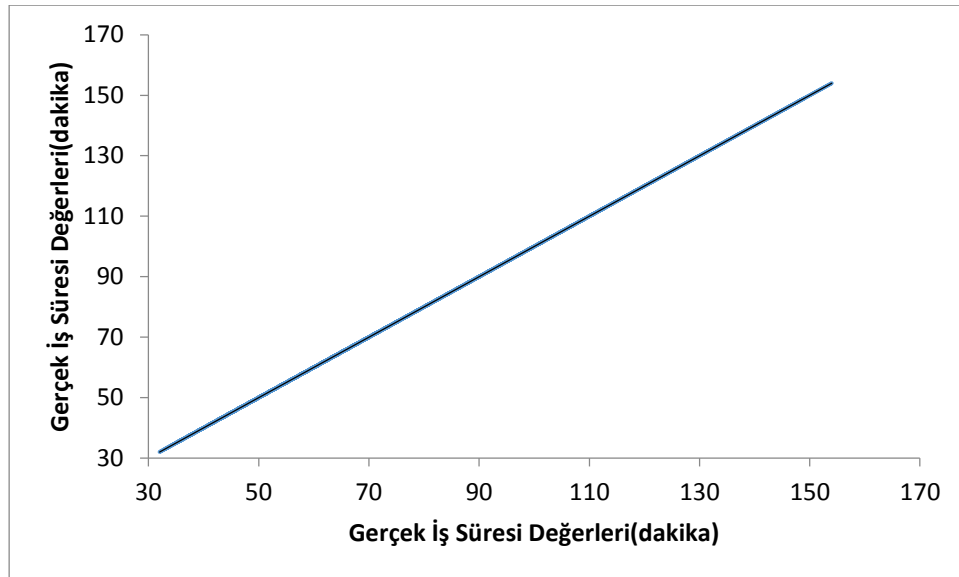
Şekil 26'da Parçacık Sürü Optimizasyonu'na dayalı Sanal Formen sistem çıktısında her bir nokta iş emrini lokasyonu ile birlikte temsil etmektedir. Her bir renk ise farklı bir ekibi temsil etmektedir.



Şekil 26 Parçacık Sürü Optimizasyonlu Sistem Çıktısı

4.5. Gerçek İş Emri Değerleri İle İş Gücü Yönetim Sistemi

Sistemden gerçek iş emri değerleri geçirerek her hangi bir yapay zeka algoritması kullanmadan sistemin verimliliğini hesaplayarak, sistemin tutarlılığı isbat edilmiştir.



Şekil 27 Gerçek Değerler - Gerçek Değerler Grafiği

Tablo 15'te gerçek değerli sistemin iş emri ataması sonucu oluşan ekiplerin yaptığı iş emri, çalışma süreleri, dinlenme, ulaşım süreleri ile bu süreler baz alınarak hesaplanan verim verilmiştir.

Tablo 15 Gerçek İş Emri Değerleri Ekip - İş Emri

Ekipler	Ekip 1	Ekip 2	Ekip 3	Ekip 4	Ekip 5
Toplam İş Emri Sayısı	7	6	6	6	6
Toplam Net Çalışma Süresi(dk)	385	378	395	482	389
Toplam Ulaşım Süresi(dk)	65	87	71	104	84
Toplam Dinlenme(dk)	38	38	40	48	38
Toplam Çalışma(dk)	488	503	506	634	511
Mesai(dk)	540	540	540	540	540
Toplam Verim	%90	%94	%94	%117	%95

İşin tamamlanmadan bırakılmaması gerektiği için işi yetişmeyen ekipler ek mesai yapacaktır. 4 numaralı ekip mesaiyi aştığı için ek ücret alacaktır. Bu yüzden ek mesai ile hesap edildiği zaman verim maaş karşılığı yapılan iş üzerinden hesaplanırsa ilgili ekiplerin verimi %100 olmaktadır. Toplam da verimlilik %94 olmaktadır.

Şekil 28’de gerçek değerli sistem çıktısında her bir nokta iş emrini lokasyonu ile birlikte temsil etmektedir. Her bir renk ise farklı bir ekibi temsil etmektedir.



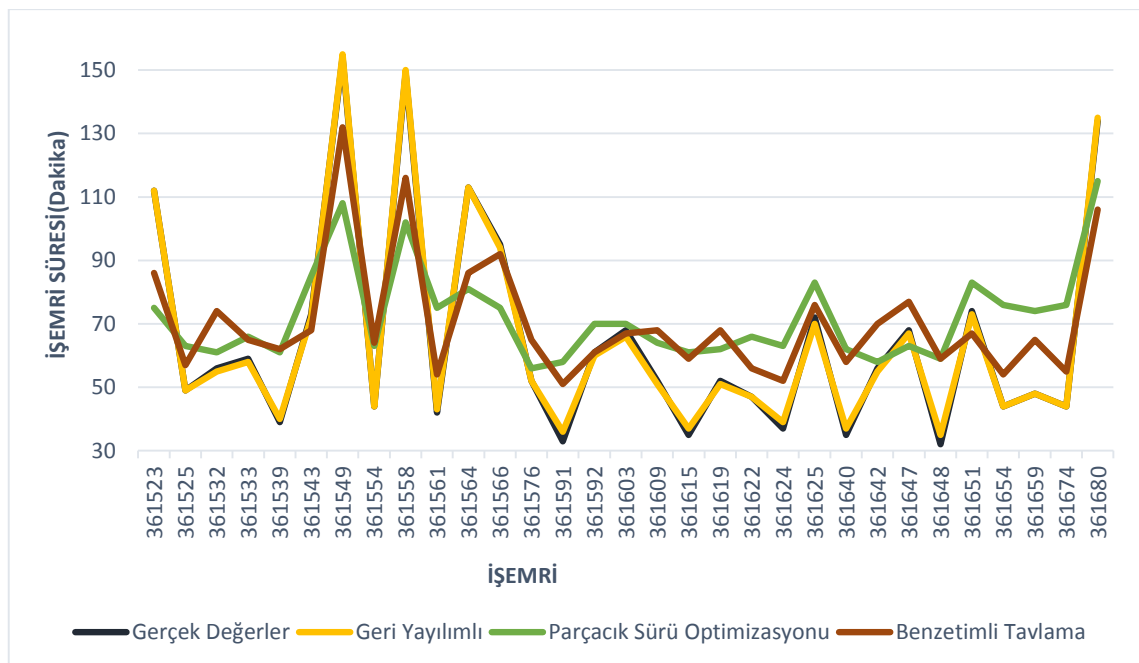
Şekil 28 Gerçek Değerli Sistem Çıktısı

4.6. Değerlendirme ve Öneriler

Tamir bakım onarım gibi işlerde işin ne kadar sürede tamamlanacağına dair bilgilere ancak varsayımlarla veya geçmişe yönelik bir deneyim sonucunda erişilebilir. İş gücü planlamasında en önemli faktör iş sürecinin ne kadar zaman alacağıdır. Buna ek olarak ulaşım ve müsaitlik durumu da önemli faktörlerdir.

Ekiplerin sabah mesai başlangıcında ellerinde hiç bir iş olmadığı düşünülerek gün içerisinde gelen iş emirleri uygun ekiplere sistem aracılığıyla atanmış ve bu atama sırasında kullanılan farklı algoritmalar karşılaştırılmıştır.

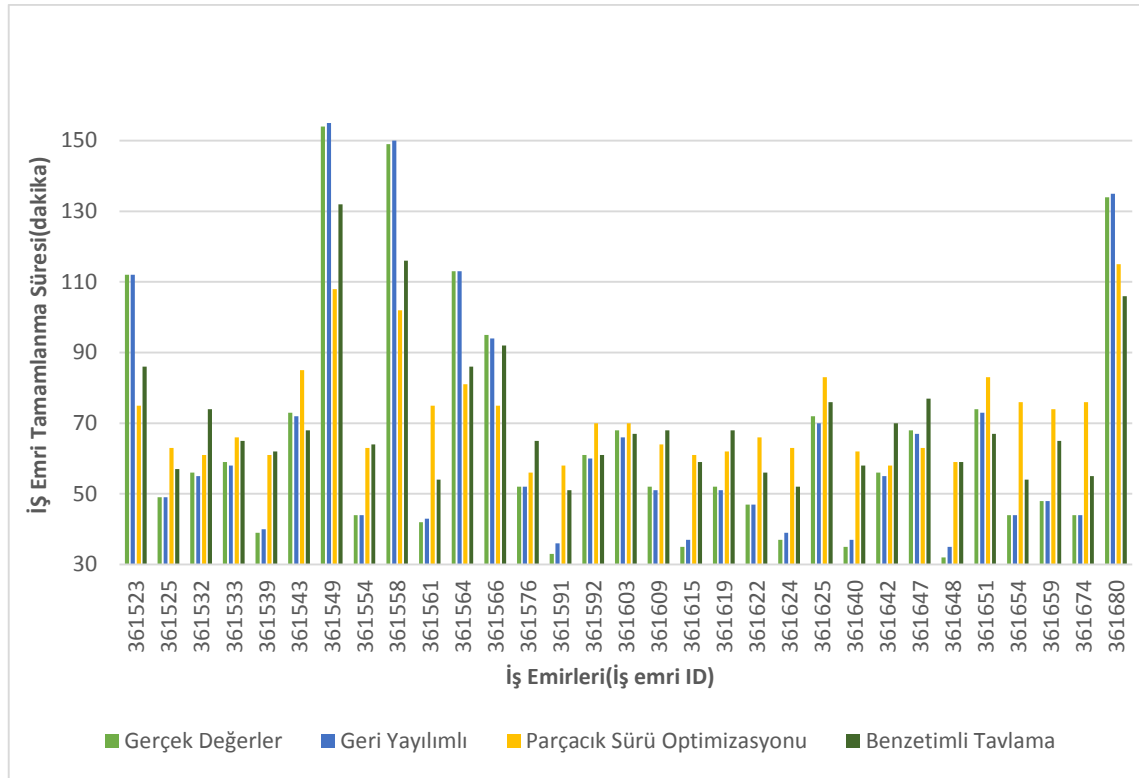
Şekil 29'da ki grafikte işin tamamlanma süresi üzerinde uygulanan Geri Yayılımlı, Parçacık Sürü Optimizasyonlu ve Benzetimli Tavlamalı İş Gücü Yönetim Sistemi sonrası çıktılar gösterilmektedir. Siyah renkle gösterilen gerçek değerler ile turuncu renkte gösterilen Geri Yayılımlı Sistem değerlerinin neredeyse tamamen örtüştüğü görülmektedir. Bu örtüşme oranı %99.84'tür. Benzetimli Tavlama için %73, Parçacık Sürü Optimizasyonu için %51'dir.



Şekil 29 Gerçek Değerler - Geri Yayılım - PSO - Benzetimli Tavlama

Yeni gelen iş emri ile birlikte iş emrinin tamamlanma süresi YSA, PSO, SA algoritmaları aracılığıyla hesaplanarak, ekip listesi ile birlikte greedy algoritmasına

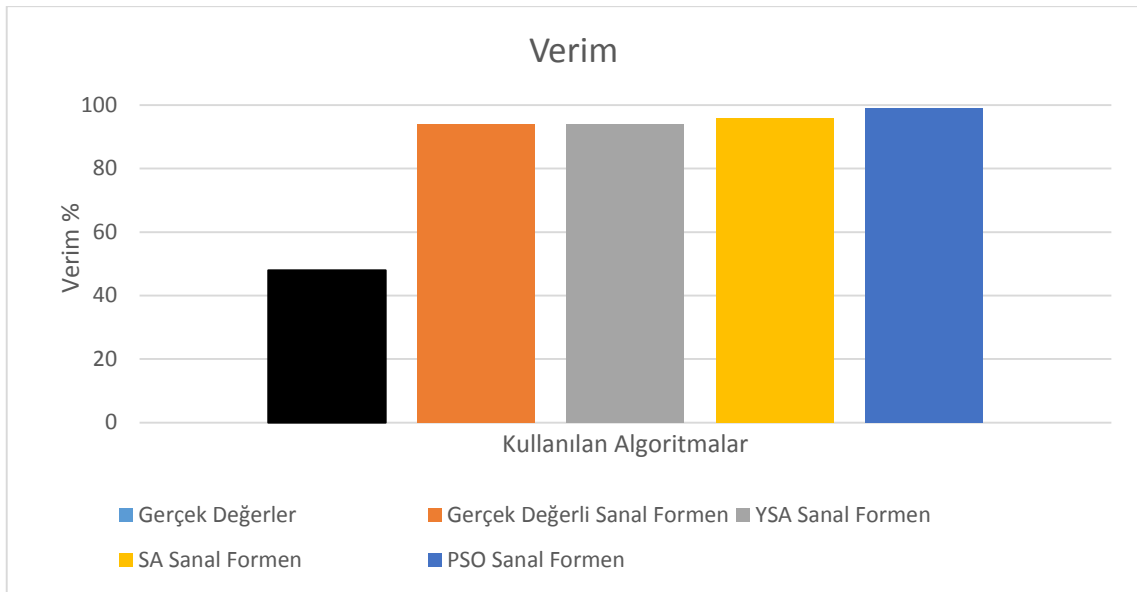
parametre olarak verilir. Algoritma ekip listesindeki her ekip için işi ne zaman bitirebileceklerini hesaplar. Şekil 30'da her bir iş emri için hesaplanan iş emri tamamlanma süreleri görüldüğü gibi Geri Yayılımlı sanal formen neredeyse aynı değerleri yakalayabilmekte.



Şekil 30 İşemri Süresi - İşemri

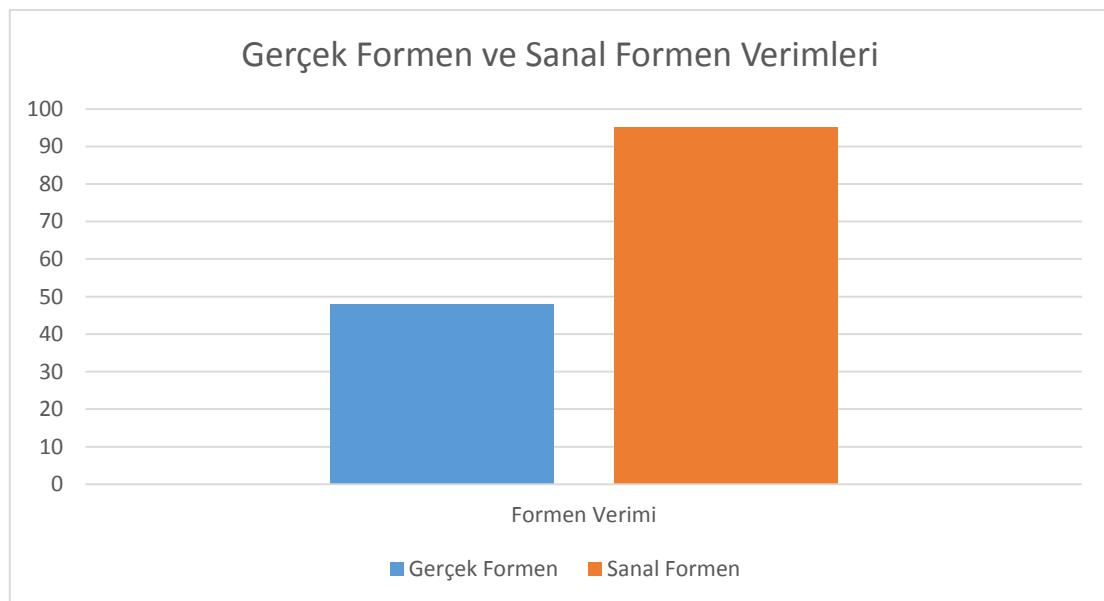
Bu tezin asıl amacı ekipleri daha etkin bir şekilde kullanarak hizmet standartlarını maksimize ederken maliyetleri ise minimize etmektir. Her ne kadar 11 ekip ile yapılan işin 5 ekiple yapılabilir olduğu görünse de sabah saatlerinde gelen bir arıza bilgisinin onarımı için akşam saatlerini beklemek zorunda olacağı düşünülerek ekip istihdamı konusunda optimum değerler seçilmelidir.

Şekil 31'de ekiplerin gerçek formen ve sanal formenlere göre verimleri gösterilmiştir.



Şekil 31 Verim Grafiği

Şekil 31’da görüldüğü gibi sanal formen gerçek değerlere göre daha yüksek verimle çalışmaktadır.



Şekil 32 Gerçek Formen vs Sanal Formen

Gün geçtikçe değişen ve gelişen teknoloji çerçevesinde hem kamu kurum ve kuruluşları, hem de özel sektör kuruluşları yapay zeka ve zeki sistemler ile iç içe bir hal almaktadır. Daha kaliteli hizmet, daha akıllı sistemlerle mümkün kılınabilir.

Bu tezde geçmişe ait verilerden geleceğe yönelik bir bakış açısı çıkarabilmek hedeflenmiştir. Gelecekte bu konuda yapılacak çalışmalara ufuk açması dilenmektedir.

KAYNAKÇA

- [1] E. Albay, «Personel Planlamasını Etkileyen Faktörler Ve Özel Ticaret Bankalarında Personel Sayısını Etkileyen Değişkenler Üzerine Bir Araştırma,» İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1995.
- [2] E. U. KüçükSille, «İş Yoğunluğu Tahmini Ve İş gücü Planlama,» Süleyman Demirel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2007.
- [3] Z. A. F. Tsinlly, «Hastanelerde Hemşire Sayısının Planlanması İçin Hemşirelik Hizmetlerinde İşyülü Ölçme Sisteminden Yararlanılması ve Bir Model Önerisi,» İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 2003.
- [4] S. Merden, «Endüstri İşletmelerinde İşgücü Planlama Teknikleri ve Bir Uygulama,» Uludağ Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa, 1995.
- [5] J. A. Castillo-Salazar, D. Landa-Silva ve R. Qu, «A Survey on Workforce Scheduling and Routing,» *The 9th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling*, Son, Norway, 2012.
- [6] V. NABIYEV, Yapay Zeka: Problemler, Yöntemler, Algoritmalar, Seçkin Yayıncılık, 2003.
- [7] S. Russell ve P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall Series in Artificial Intelligence, 2009.
- [8] T. M. Mitchell, *Machine Learning*, McGraw-Hill, 1997.
- [9] H. A. Akyürek ve İ. Ö. Bucak, «Zamansal-Fark, Uyarlanır Dinamik Programlama ve SARSA Etmelerinin Tipik Arazi Aracı Problemi için Öğrenme Performansları,» *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, Trabzon, 2012.
- [10] D. Klerfors ve T. L. Huston, *Artificial Neural Networks*, Saint Louis University.
- [11] H. Takcı, «Yapay Sinir Ağları ve Uygulamaları,» Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kocaeli.
- [12] G. Hao, K. K. Lai ve M. Tan, «A Neural Network Application in Personnel Scheduling,» *Annals of Operations Research* 128, 2004.
- [13] H. Yurtoğlu, «Yapay Sinir Ağları Metodolojisi İle Öngörü Modellemesi: Bazı Makro Ekonomik Değişkenler İçin Türkiye Örneği,» DPT – UZMANLIK TEZLERİ, 2005.
- [14] Y. Ozbay ve B. Karlik, «A recognition of ECG arrythemias using artificial neural networks,» *Engineering in Medicine and Biology Society*, 2001.
- [15] A. Otkun ve B. Karlik, «YSA ve Pencere Ortalamaları Kullanılarak Yüz Tanıma Sistemi,» *15. Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı Bildiriler Kitabı*, Malatya, 2013.
- [16] P. K. Simpson, *Artificial Neural Systems: Foundations, Paradigms, Applications, and Implementations*, McGraw-Hill, 1990.
- [17] D. C. Hoaglin, F. Mosteller ve J. W. Tukey, *Understanding robust and exploratory data analysis*, Wiley, 1983.
- [18] R. D. Tveter, «The Backprop Algorithm,» 2001, p. Chapter 2.
- [19] S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt ve M. P. Vecchi, «Optimization by Simulated Annealing,» *Science, New Series, Vol. 220*, 1983.

- [20] G. M. Thompson, «A Simulated-Annealing Heuristic For Shift Scheduling Using Non-Continuously Available Employees,» *Computers & Operations Research, Volume 23*, 1996.
- [21] M. J. Brusco ve L. W. Jacobs, «A Simulated Annealing Approach to the Solution of Flexible Labour Scheduling Problems,» *The Journal of the Operational Research Society Vol. 44, No. 12*, 1993.
- [22] D. Lesaint, C. Voudouris ve N. Azarmi, «Dynamic Workforce Scheduling for British Telecommunications,» *Interfaces*, 2000.
- [23] P. J. Laarhoven ve E. H. Aarts, *Simulated Annealing: Theory and Applications*, Springer, 2010.
- [24] H. A. Oliveira Junior, L. Ingber, A. Petraglia, M. R. Petraglia ve M. A. S. Machado, *Stochastic Global Optimization and Its Applications with Fuzzy Adaptive Simulated Annealing*, Springer, 2012.
- [25] M. Clerc, *Particle Swarm Optimization*, ISTE, 2006, p. 256.
- [26] J. Kennedy ve R. C. Eberhart, «Particle Swarm Optimization,» *Proc. IEEE int'l conf. On neural networks, Vol. IV*, IEEE service center, Piscataway, NJ, 1995.
- [27] V. Nissen ve M. Günther, «Staff Scheduling with Particle Swarm Optimisation and Evolution Strategies,» *EvoCOP 2009, LNCS 5482*, 2009.
- [28] A. E. Olsson, *Particle Swarm Optimization: Theory, Techniques and Applications*, Nova, 2011.
- [29] M. A. Çavuşlu, C. Karakuzu ve S. Şahin, «Parçacık Sürü Optimizasyonu Algoritması ile Yapay Sinir Ağı Eğitiminin FPGA Üzerinde Donanımsal Gerçeklenmesi,» *Politeknik Dergisi*, cilt 13, no. 2, pp. 83-92, 2010.
- [30] K. W. Chau, «A Split-Step PSO Algorithm in Predicting Construction Litigation Outcome,» 2006.
- [31] J. Kleinberg ve É. Tardos, *Algorithm Design*, Pearson, 2011.
- [32] Z. Sabuncuoğlu, *İnsan Kaynakları Yönetimi*, Bursa: Ezgi Kitabevi, 2000.

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad: Hasan Ali AKYÜREK

Doğum Yeri ve Tarihi: ŞANLIURFA/1988

Adres: Fatih Mh. Dağsaray Sk. Altıparmak Sitesi A Blok No: 41A/10

E-Posta: hsn.akyurek@gmail.com

Lisans: Sakarya Üniversitesi / Çevre Mühendisliği 2011

Mesleki Deneyim ve Ödüller:

Profesyonel Android Programlama : 2011 - ...

KOSKİ Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığı / Yazılım Şubesi : 2013 - ...

Yayın ve Patent Listesi:

AKYÜREK H. A., BUCAK İ. Ö., 2012 : Zamansal-Fark, Uyarlanır Dinamik Programlama ve SARSA Etmenlerinin Tipik Arazi Aracı Problemi için Öğrenme Performansları. *Akıllı Sistemlerde Yenilikler ve Uygulamaları Sempozyumu*, Temmuz 2012, Trabzon, TÜRKİYE