

Amaç ve Kapsam

AURUM Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi (A-JESA) dergisi karmaşık mühendislik sistemlerinin modellenmesi, analizi ve optimizasyonu ve ayrıca mimari tasarım, planlama, araştırma, eğitim, teknoloji, tarih ve sanat için yılda iki kez olmak üzere (Temmuz-Şubat), İngilizce ve Türkçe yayınları kabul eden, uluslararası düzeyde yayınlanan bir dergidir. Yayım için uygun olan konu çeşitliliği tasarım, konstrüksiyon, makinelerin ve daha kompleks ısıl/mekanik/elektromekanik sistemlerin çalışma ve bakımı, bilgisayar mimarisi ve yazılım teknolojilerindeki gelişmeler, yeni hesaplamalı metodolojiler, güç sistemleri, dijital elektronik sistemler, sinyal işleme, iletişim sistemleri, endüstriyel sistemlerin ve hizmet sistemlerinin tasarım ve geliştirilmesi, çeşitli girdilerdeki kompleks sistemlerde risk ve belirsizlik analizini içerecek ancak bunlarla sınırlı olmayacak biçimde geniştir. Ayrıca, mimari alan araştırması alanlarında mimari tasarım çalışmaları, mimari eğitim, bilgisayar destekli tasarım, sinematik mimari, iç mimari, mimari eleştiri, inşaat yönetimi, konut çalışmaları ve sürdürülebilirlik de dahil ancak bunlarla sınırlı olmayan alanlar bulunmaktadır.

Aims and Scope

AURUM- Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA) is a internationally refereed journal published biannually (July - February) and accepting English and Turkish publications for modeling, analysis, and optimization of complex engineering systems; and also architectural design, planning, research, education, technology, history and art. Range of topics eligible for publication is wide including but not limited to design, construction, operation and maintenance of machines and more complex thermal/ mechanical/ electromechanical systems, advances in computer architecture and software technologies, novel computational methodologies, power systems, digital electronics systems, signal processing, communication systems, design and advancement of industrial and service systems, risk and uncertainty analysis in complex systems in various domains. Additionally, in architectural field research areas is wide including but not limited to architectural design studies, architectural education, computer aided design, cinematic architecture, interior architecture, architectural criticism, construction management, housing studies and sustainability. A-JESA publishes theory and methodology papers describing novel approaches to the problems and issues related to engineering systems and architecture, innovative applications of the theory, invited reviews of literature, and short communications. The journal welcomes articles on interdisciplinary engineering and architectural research as well.

Yazışma ve İnternet Adresi / E-mail and web-sites

e-mail: ajes@altinbas.edu.tr

web: <http://aurum.altinbas.edu.tr/tr/muhendislik-sistemleri-mimarlik-dergisi>

İletişim / Contact Adress

Altınbaş Üniversitesi, Mahmutbey Dilmenler Cad. No. 26, 34217 Bağcılar – İSTANBUL

Tel: (0 212) 604 01 00 • Fax: (0 212) 445 81 71

Yayın Aralığı / Publication Frequency

Yılda 2 sayı – 6 ayda bir (Temmuz ve Şubat) / Published biannually – every 6 months (July and February)

Dil / Language

Türkçe – İngilizce / Turkish – English

Yazım Kuralları / Guide for Contributors

<http://aurum.altinbas.edu.tr/Files/fbe/author%20guidelines-first%20submission.doc>

Web Tasarım & Görsel Tasarım/ Web Design & Visual Design

Mehmet Ali ALTINEL

Grafik Tasarım / Graphic Design

ONUR SERTEL

Teknik Asistan / Technical Assistant

Onur AĞMA

Dizgi / Typesetting

İdeal Kültür

Baskı / Print

Sena Ofset

Yayın Tarihi / Date of Publication

11 Şubat 2020

AURUM

Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi

Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JASE)

ISSN: 2564-6397

Sahibi / Owner

Altınbaş Üniversitesi, Mütevelli Heyeti Başkanı

Altınbaş University, President of the Board of Trustees

Ali ALTINBAŞ

Genel Koordinatör / General Coordinator

Prof. Dr. Çağrı ERHAN

Editörler /Editors

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN, Altınbaş Üniversitesi, Baş Editör / Editor in Chief

Prof. Dr. Oğuz BAYAT, Altınbaş Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hakan KAYGUSUZ, Altınbaş Üniversitesi, Sorumlu Müdür / Director of Studies

Dr. Öğr. Üyesi Ayşegül AKÇAY KAVAKOĞLU, Altınbaş Üniversitesi

Doç. Dr. Hakkı Oral ÖZHAN, Yeditepe Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Oğuz ATA, Altınbaş Üniversitesi

Yayın Kurulu / Editorial Board

Dennis ANDREJKO, Rochester Institute of Technology, USA, **Nizamettin AYDIN**, Yıldız Technical University, TR, **Niyazi Onur BAKIR**, Altınbaş University, TR, **Hasan H. BALIK**, Yıldız Technical University, TR, **Graham CAIRNS**, AMPS, UK, **Carlo CATTANI**, University of Salerno, ITALY, **Nur ÇAĞLAR**, TOBB University, TR, **Gregory M. DIMIROVSKI**, SS C. and Methodius University, **Oktay OZCAN**, Istanbul Aydın University, TR, **Abul Hasan SIDDIQI**, Sharda University, Indian, **Maurizio CARLINI**, University "La Tuscia", ITALY, **Luis F. CHAPARRO**, University of Pittsburg, USA, **Mehrdad HADIGHI**, Pennsylvania State University, USA, **Stanley HALLET**, Catholic University of America, USA, **Rachid HARBA**, Orleans University, FR, **Ersin GÖSE**, National Defense University, **Rachid JENANNE**, Orleans University, FR, **Ted LANDRUM**, Manitoba University, CANADA, **Peter STAVROULAKIS**, Telecommunication System Ins., GR, **Bahram SHAFAI**, Northeastern University, USA, **Masoud SALEHI**, Northeastern University, USA, **Arzu GÖNENÇ SORGUCU**, Middle East Technical University, TR, **Sinan Mert ŞENER**, Istanbul Technical University, TR, **Jay WEITZEN**, University of Massachusetts, USA, **Neslihan DOSTOĞLU**, İstanbul Kültür University, TR, **Mathew SCHWARTZ**, New Jersey's Science and Technology University, USA, **Lale ÖZGENEL**, Middle East Technical University, TR

Danışma Kurulu / International Advisory Board

Sema ALAÇAM, İstanbul Technical University, TR, **Aydın AKAN**, Katip Çelebi University, TR, **Zafer ASLAN**, İstanbul Aydın University, TR, **Emin ANARIM**, Boğaziçi University, TR, **Doğu Çağdaş ATILLA**, Altınbaş University, TR, **Çağatay AYDIN**, Altınbaş University, TR, **Süleyman BAŞTÜRK**, Altınbaş University, TR, **Gülhan BENLİ**, İstanbul Medipol University, TR, **Murat CEYLAN**, Konya Selçuk University, TR, **Behzat Gökçen DEMİR**, Ministry of Energy and Natural Sources, TR, **Abdi C. GÜZER**, Middle East Technical University, TR, **Ali GÜNGÖR**, Bahçeşehir University, TR, **Nihan T. HACIÖMEROĞLU**, Osmangazi University, TR, **Ertuğrul KARAÇUHA**, İstanbul Technical University, TR, **Adem KARAHOCA**, Bahçeşehir University, TR, **Aykut KARAMAN**, Altınbaş University, TR, **Mesut KARTAL**, İstanbul Technical University, TR, **Hakan KUNTMAN**, İstanbul Technical University, TR, **Derya Güleç ÖZER**, Yıldız Technical University, TR, **Sefer KURNAZ**, Altınbaş University, TR, **Mert ÖZKAYA**, Altınbaş University, TR, **Halit PASTACI**, Haliç University, TR, **Gürsev PİRGE**, Altınbaş University, TR, **Ömer Fatih SAYAN**, Telecommunications Authority, TR, **Işıl Ruhi SİPAHIOĞLU**, TOBB University, TR, **Nuket SİVRİ**, İstanbul University, TR, **Murat SÖNMEZ**, TOBB University, TR, **Bige TUNCER**, Singapore University of Technology and Design, SG, **Orkunt TURGAY**, Altınbaş University, TR, **Gaye HAFEZ**, Altınbaş University, TR, **Bahadır UÇAN**, Yıldız Technical University, TR

Editörlerin Sorumlulukları ve Yükümlülükleri

AURUM editörleri, derginin yayımlanması kapsamında yürüttükleri tüm faaliyetlerde hesap verilebilirlik ilkesi çerçevesinde hareket etmekle yükümlüdürler. Editörlerin ana hedefi okuyucuların ihtiyaçlarına cevap vermenin yanında AURUM'un akademik niteliğini artırmaktır. Düşünce ve ifade özgürlüğünü desteklemek ve yayımlanan akademik içeriğin güvenilirliğini temin etmek başlıca görevleri arasındadır. Yayımcılık sektöründe yaşanan finansal zorluklar göz önünde bulundurulduğunda, AURUM'u ticari kaygılardan korumak, onun entelektüel ve etik standartlarından ödün vermesini önlemek editörlerin sorumluluğundadır. Editörler, gerekli olduğu durumlarda düzeltme, tekzip ya da özür yazısı gibi metinleri yayımlamayı peşinen kabul ederler. Dergi'nin okuyucuya karşı sorumluluğunun hassas bir mesele olmasına binaen AURUM editörlerinin okuyucuyu herhangi bir araştırma ya da akademik çalışmanın finansal destekçilerini açıklama mecburiyeti bulunmaktadır. Finansal destekçilerin, akademik bir çalışmanın üzerinde herhangi bir etkisi olması durumunda, okuyucu mutlaka bilgilendirilmelidir. Editörlerin akademik bir çalışmayı kabul ya da reddetme süreci öznel değerlendirmelere göre değil, nesnel standartlar çerçevesinde, çalışmanın özgünlüğü ve AURUM'un araştırma alanlarına uygunluğu bağlamında gerçekleştirilir. Makale gönderimleri tamamen demokratik esaslara göre yürütülür ve yapısal bir hata olmadıkça tüm başvurular değerlendirmeye alınır. Bir yazarın, çalışmasına ilişkin AURUM'dan kabul yazısı alması halinde, bu hakkı süreç içinde değişen/göreve yeni başlayan editörler tarafından geri alınamaz. Yazarlara, editoryal değerlendirmelere itiraz etmesini sağlayacak süreçlerin işletilmesi hakkı verilir. Editörlerin, AURUM'da yayımlanacak metinlerin yayımlanmasına dair bir kılavuz hazırlama mecburiyetine binaen AURUM, web sitesinde yer alan yazım kurallarının arkasında durmakla beraber bu kılavuzda herhangi bir değişiklik yapma hakkını mahfuz tutar.

Liabilities and Responsibilities of Editors

AURUM editors are obliged to be accountable for all kinds of activities they engage within the context of publishing the journal. Their main goal is set to respond the need of readers and authors while enhancing the academic performance of the journal. It is their duty to support freedom of opinion and ensure the reliability of the academic content. Considering the financial challenges in publishing sector, the editors are obliged to exclude impacts of any commercial concerns on AURUM not to sacrifice from its intellectual and ethical standards.

They accept in advance to publish any kind of corrections, refutations and excuses when required. The responsibility towards readers is a sensitive issue where the editors should inform about the funder of particular research or other academic work. If the financial supporters of particular research have any impact on a scholarly work, the reader must be informed. Editors' action to admit or reject a scholarly work must be free of subjective criterion but based on objective standards related to its uniqueness/originality and relevance to the research areas of AURUM. The process of receiving application shall be fully democratic where all applications to be considered unless major errors are observed. Once an author receives an acceptance of publishing from AURUM, his/her right cannot be withdrawn in case of an editor change within the process. The authors shall be given an opportunity to initiate an appeal process against any editorial discretion. As editors should offer a guidance of preparing the manuscripts, AURUM stands behind its published 'style guide' and preserves it's right to make revisions.

İçindekiler / Contents

141-142 **Editör'den / From Editor**

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

143-152 **Yazılım Projelerinde Kalitenin Arttırılması: TMMi**

Improving Quality in Software Projects: TMMi

Fatih YÜCALAR, Emin BORANDAĞ

153-168 **Veri Madenciliği Yöntemleri ile Uçuş Biletleme Analizi**

Flight Ticketing Analysis With Data Mining Methods

Muhammed Metin ULUYARDIMCI, Metin ZONTUL

169-181 **Uyarlanabilir Cephe Sistemlerinde Şekil Hafızalı Alaşımlar ve Uygulamaları**

New Approaches To Shape Memory Alloys in Adaptive Facade Systems

Özge ERGİN, Z. Canan GİRGIN

183-189 **Pattern Recognition Using Neural Networks**

Sinir Ağları ile Desen Tanıma

Oday Mohammed AHMED, Oğuz BAYAT, Osman Nuri UÇAN

191-204 **Betonarme Yapıların Çelik Çapraz Elemanlar ile Güçlendirilmesi**

Reinforcement of Reinforced Concrete Structures with Steel Cross Members

Sepanta NAİMİ, Semih KAYA

205-213 **Comparative Methods in Classification Of Emg Signals**

Elektromiyografi Sinyallerinin Sınıflandırılmasında Kullanılan Karşılaştırmalı Metodlar

Ayten AKBAY, Oğuz BAYAT

215-225 **Tuning Of Pid Controller For Four-Area Load Frequency Control Using Elephant Herding Optimization**

Fil Sürü Optimizasyonu Kullanılarak Dört Alanlı Yük Frekans Pid Kontrolörü Ayarlanması

Firas ALHAYANI, Aqeel S. JABER, Cagatay AYDIN, Dogu Cagdas ATILLA

227-241 **Yapay Sinir Ağları ile Yüzey Sıcaklık ve Albedo Modellemesi**

Surface Temperature and Albedo Modeling With Artificial Neural Networks

Sahar MAMIZADEH, Zafer ASLAN

Editör'den

Altınbaş Üniversitesi tarafından basılan "Aurum Mühendislik Sistemleri ve Mimarlık Dergisi (A-JESA)" adlı uluslararası dergi; elektronik, görüntü işleme, bilgi teorisi, elektrik sistemleri, güç elektroniği, kontrol teorisi, gömülü sistemler, robotik, hareket kontrolü, stokastik modelleme, sistem tasarımı, multidisipliner mühendislik, bilgisayar mühendisliği, optik mühendisliği, tasarım optimizasyonu, malzeme bilimi, meta-malzemeler, ısı ve kütle transferi, kinematik, dinamik, termodinamik, enerji ve uygulamaları, yenilenebilir enerji, çevresel etkiler, yapısal analiz, akışkanlar dinamiği, teorik ve uygulamalı matematik, fizik ve kimya, mimari araştırmalar ve kentsel tasarım, iç mimarlık ve sinematik mimari gibi konularda yapılan bilimsel özgün çalışmaları hakem süreçlerinin olumlu olması halinde değerlendirmeye almaktadır.

Stratejimiz, sıkı bir inceleme süreci sağlayarak yüksek kalite standartlarında bilim ve teknolojiye yeni eğilimleri gösteren yayınlara yer vermektir.

Yoğun inceleme ve süreçlerin sonunda A-JESA dergisinin 3. cilt, 2. sayısını yayınlanmaktan büyük mutluluk duyuyoruz. Yayın kurulu üyelerine, bu sayının hakemlerine ve yazarlarına derginin misyonuna uygun bilimsel katkı ve yorumları için teşekkür etmek isterim.

Prof. Dr. Osman Nuri UÇAN

Baş Editör

From Editor

The scope of the Aurum Engineering Systems and Architecture (A-JESA) covers the novel scientific papers about Electronics, Image Processing, Information Theory, Electrical Systems, Power Electronics, Control Theory, Embedded Systems, Robotics, Motion Control, Stochastic Modeling, System Design, Multidisciplinary Engineering, Computer Engineering, Optical Engineering, Design Optimization, Material Science, Metamaterials, Heat and Mass Transfer, Kinematics, Dynamics, Thermo-Dynamics, Energy and Applications, Renewable Energy, Environmental Impacts, Structural Analysis, Fluid Dynamics, Theoretical and applied Mathematics, Physics and Chemistry, Architectural Researches and other topics such as Urban Design, Interior Architecture and Cinematic Architecture.

Our strategy is to demonstrate new trends in science and technology subject to high quality standards by ensuring a stringent peer review process.

It is our great pleasure to publish Volume 3, Number 2 of international journal, "Aurum Engineering Systems and Architecture" (A-JESA) after serious review process.

I sincerely wish to thank members of the editorial board, reviewers and authors of this issue who have generously contributed their time and knowledge to the work and the mission of the journal.

Prof. Dr. Osman N. UÇAN
Editor in Chief

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

YAZILIM PROJELERİNDE KALİTENİN ARTTIRILMASI: TMMi

Fatih YÜCALAR¹Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü
fatih.yucalar@cbu.edu.tr ORCID: 0000-0002-1006-2227Emin BORANDAĞ²Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Yazılım Mühendisliği Bölümü
emin.borandag@cbu.edu.tr ORCID: 0000-0001-5553-2707

GELİŞ TARİHİ/RECEIVED DATE: 24.01.2019 KABUL TARİHİ/ACCEPTED DATE: 07.02.2019

Özet

Yazılım testi, yazılım geliştirme sürecinin en önemli safhalarından biridir. Özellikle yazılım geliştirme süreci sonunda ortaya çıkan ürünün kalitesinin belirlenmesi yazılım testi ile sağlanır. Bu önemine rağmen, yazılım sektöründe test safhası planlama ve kaynak eksikliğinden dolayı çoğu kez göz ardı edilmektedir. Son yıllarda, yazılımda kalite sertifikasyonunu sağlamak, yazılım geliştirme süreçlerini iyileştirmek ve yetenek belirlemek amaçlarıyla ilgili olarak CMM, CMMI, ISO 15504 gibi çeşitli modeller ortaya çıkmıştır. Sözü edilen bu modeller içerisinde yazılım test süreçleri ile ilgili olarak doğrulama, sağlama gibi süreç alanları mevcuttur. Ancak var olan bu süreç alanları, yazılım süreçlerindeki test işlemlerinin detaylarına yönelik yeterli bilgiyi içermemektedir. Yazılım kalite modellerinin test süreçleri ile ilgili eksikliğini tamamlayıcı olarak TMMi modeli ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada, kaliteli yazılım geliştirme noktasında test süreçlerini iyileştirmek isteyen firmaların TMMi hakkında bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. Ayrıca, yazılım firmalarının hali hazırda uyguladıkları test süreçlerinin olgunluk düzeylerini artırma noktasında nelere dikkat etmeleri gerektiği konusu da çalışma içerisinde ele alınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yazılım testi, yazılım kalitesi, yazılım proje yönetimi, CMMI, TMMi

IMPROVING QUALITY IN SOFTWARE PROJECTS: TMMi

Abstract

Software testing is one of the most important steps in the software development process. In particular, the determination of the quality of the product at the end of the software development process is provided by software testing. Despite its importance, the testing process in the software industry is often ignored due to lack of planning and resources. In recent years, various models such as CMM, CMMI, ISO 15504 have emerged for the purpose of providing quality certification in software, improving software development processes and determining capability. There are process areas such as verification and validation related to software testing processes in these models. However, these existing process areas do not contain sufficient information about the details of the testing processes in the software process. The TMMi model has emerged to complement the lack of software quality models related to testing processes. In this study, it is aimed to inform the companies who want to improve their test processes in quality software development about TMMi. In addition, it is also discussed in the study what software companies should pay attention to improve the maturity levels of the test processes they have already applied.

Keywords: Software testing, software quality, software project management, CMMI, TMMi.

1. GİRİŞ

Son yıllarda, yazılım sektöründe geliştirilen yazılım ürünlerinin başarılı bir şekilde tamamlanması ve kalitesinin artırılması için büyük çaba harcanmaktadır. Müşteri ve kullanıcı taleplerinin artmasıyla doğru orantılı olarak yazılım ürünlerinin büyüklüğü ve karmaşıklığı da artmaya başlamıştır. Bu durum yazılım ürünlerinin istenilen kalitede olmasını zorlaştırmaktadır. CMMI (Tümleşik Yetenek Olgunluk Modeli – Capability Maturity Model Integration) (Chrissis, 2011), ISO 15504 (Gökalp, 2015) gibi çeşitli kalite iyileştirme yaklaşımlarının kullanımı ile elde edilen başarılarla rağmen, yazılım sektöründe sıfır hata ile yazılım ürünlerinin geliştirilmesi hala mümkün değildir (van Veenendaal, 2018). Yazılım sektöründe geliştirilen yazılım ürünlerinin istenilen kalitede olmasını sağlamak için, genellikle geliştirme süreçlerinin iyileştirilmesine odaklanılmaktadır. Yazılım geliştirme süreçlerinin iyileştirilmesinde yaygın olarak CMMI kullanılmaktadır. Yazılım sektöründe standart olarak kabul edilen CMMI, yazılım geliştirme süreçlerinin iyileştirilmesi için bir rehberdir (Yucalar, 2006). Yazılım geliştirme süreçlerinin etkin bir biçimde tanımlandığı CMMI standardının kullanımı ile yazılım projelerindeki değişkenlikler azaltılmaktadır. Yazılım kalitesinin artırılması noktasında test süreci önemlidir. CMMI içerisinde test süreci ile ilgili olarak doğrulama (verification) ve sağlama (validation) süreç alanları yer almaktadır. Ancak CMMI içerisinde yer alan bu süreç alanları, yazılım süreçlerindeki test işlemlerinin detaylarına yönelik yeterli bilgiyi içermemektedir. Test süreçleri toplam proje maliyetlerinin en az %30-%40'ını oluşturmasına rağmen, CMMI gibi bir yazılım süreç iyileştirme modelinde bile test sürecine sınırlı düzeyde yer verilmediği görülmektedir (Yucalar, 2006). Bu nedenle CMMI'yi tamamlayıcı bir model olarak TMMi (Tümleşik Test Olgunluk Modeli – Test Maturity Model Integration) konumlandırılmıştır. TMMi, test süreçlerinin iyileştirilmesi amacıyla Chicago Illinois Institute of Technology tarafından geliştirilmiştir (Başar, 2015). TMMi, yazılım sektöründe yer alan firmaların yazılım test süreçlerine ilişkin olgunluk seviyelerinin belirlenmesi ve hedeflenen olgunluk seviyesine ulaşabilmesi için kullanılan bir referans modeldir (Camargo, 2013).

Bu çalışmada, kaliteli yazılım geliştirme noktasında test süreçlerini iyileştirmek isteyen firmaların TMMi hakkında bilgilendirilmesi ve mevcut test süreçlerinin olgunluk düzeylerinin arttırılmasına yönelik nelere dikkat etmeleri gerektiği konusu ele alınmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde literatürde TMMi ile ilgili olarak yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Üçüncü bölümde TMMi'nin yapısından ve olgunluk düzeylerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde, CMMI ile TMMi modelleri farklı bakış açılarından ele alınarak karşılaştırılmıştır. Çalışmanın son bölümünde ise sonuç ve önerilere yer verilmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Literatür taraması yapıldığında TMMi modeli ile ilgili olarak yapılan çalışmaların sınırlı olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmaların ağırlıklı olarak yazılım test süreçlerinin iyileştirilmesinde TMMi modelinin kullanılabileceği yönündedir.

Farid ve ark. (Farid, 2015) yaptıkları çalışmada, TMMi ile Scrum uygulamaları arasında detaylı bir eşleştirme uygulayarak yazılım test sürecinin iyileştirilebileceğini savunmuşlardır. Deneysel çalışmalar sonucu elde ettikleri sonuçlar ile de yapmış oldukları bu eşleştirmeyi doğrulamışlardır.

Bris ve ark. (Bris, 2015) yaptıkları çalışmada, yazılım kalite güvence ve kontrolü ile ilgili olarak yazılım test süreçlerine odaklanmışlardır. Çalışma içerisinde yazılım geliştirme metodolojisi ile ilgili olan yazılım

test sürecini ve TMMi kullanımı ile test süreçlerinin iyileştirilebilmesine yönelik tanımlama ve önerilerde bulunmuşlardır. Ayrıca, TMMi modeline göre ikinci seviye yazılım test süreci olgunluğunu elde etmek amacıyla mevcut yazılım test sürecinin durumu üzerinde bu önerileri uygulamaya çalışmışlardır.

Kim ve ark. (Kim, 2014) ise yaptıkları çalışmada, yazılım mühendisliğinde hibrit analiz yöntemini temel alan TMMi ile değerlendirilen test organizasyonları için test sürecinin nasıl geliştirileceğini önermişlerdir.

Bose ve ark. (Bose, 2016) yaptıkları çalışmada, TMMi sertifikasını elde etmek için organizasyonların dönüşümünü ele almışlardır. Mevcut test uygulamalarının ve işlemlerinin istenen TMMi olgunluk seviyesine karşı ilk değerlendirilmesinin nasıl yapılacağını bir öneri yol haritası oluşturarak sunmuşlardır. Çalışma içerisinde TMMi'ye ulaşmak için taktiksel ve stratejik fırsatları göz önünde bulundurarak, mevcut ve hedef son durum arasındaki boşlukları ele almak için gereken örgütsel değişim yönetimine dikkat çekmişlerdir.

Araújo ve ark. (Araújo, 2013) yaptıkları çalışmada, TMMi modelini temel alan küçük ve orta ölçekli işletmelere yönelik yazılım olgunluk değerlendirmesi için bir çerçeve model önermişlerdir. Bunun için çerçeve model kapsamında TMMi alt uygulamalarını temel alan bir değerlendirme anketi hazırlamışlardır. Hazırlamış oldukları değerlendirme anketinin eksiksiz bir şekilde doldurulmasını sağlamak için gereken örneklerin yer aldığı otomatik bir araç ile de bunu desteklemişlerdir. Önermiş oldukları çerçeve modeli, küçük ve orta ölçekli dört işletme üzerinde test etmişlerdir.

Afzal ve ark. (Afzal, 2016) ise yaptıkları çalışmada, sistematik bir literatür taraması kullanarak mevcut yazılım test süreci iyileştirme yaklaşımlarını ve özelliklerini tespit etmeye çalışmışlardır. TPI (Test Process Improvement) NEXT ve TMMi olmak üzere seçmiş oldukları iki yaklaşımı, yazılım endüstrisindeki içerik ve analiz sonuçlarına göre değerlendirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda 18 yazılım test süreci iyileştirme yaklaşımını ve özelliklerini belirlemişlerdir. TPI NEXT ve TMMi içeriğinin detaylı bir karşılaştırmasını yapmışlar ve yazılım test süreci iyileştirme yaklaşımlarının çoğunun yeterli bilgi sağlamadığını tespit etmişlerdir.

3. TMMi

Yazılım testi (software testing), bir yazılım ürünü içerisindeki hataları bulmak amacı ile yapılan işlemlerdir. Yazılım testi temel olarak elde edilen yani geliştirilen yazılım ürününün kalitesinin istenilen düzeyde olduğunu belirlemek, değilse de istenilen kaliteye ulaştırılmasını sağlama noktasında kullanılan bir süreçtir. Bu süreçte gereksinim dokümanında tanımlanmış işlevsel ve işlevsel-olmayan gereksinimlerin karşılanıp karşılanmadığının ve yazılımın istenildiği gibi çalışıp çalışmadığının kontrolü gerçekleştirilir. Test süreci için yazılım-geliştirme yaşam döngüsünün en önemli adımlarından biri olduğu söylenebilir. Toplam proje bütçesinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yazılım ürünlerindeki hatalardan dolayı işletmeler çok yüksek maliyetlere katlanmak zorunda kalabilmektedirler. Bu nedenle günümüzde yazılım test süreçlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi üzerine yapılan çalışmalar gittikçe önem kazanmaya başlamıştır.

TMMi, test süreçlerinin iyileştirilmesi amacıyla CMMI modeli referans alınarak Chicago Illinois Institute of Technology bünyesinde yer alan TMMi kurumu tarafından geliştirilmiştir. TMMi modelinin amacı; test süreçlerinin olgunluğunu belirlemek üzere bir çerçeve oluşturmaktır. TMMi, yazılım sektöründe yaygın

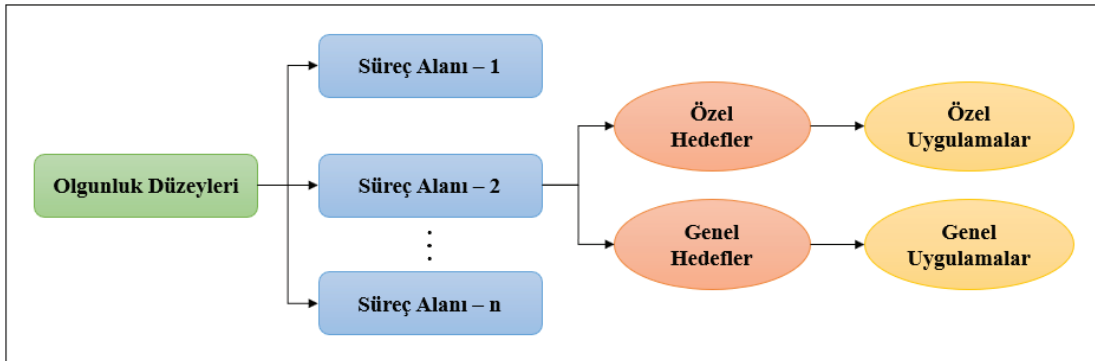
olarak desteklenmiş bir süreç iyileştirme modeli olan CMMI üzerinde yapılan çalışmalarla ortaya çıkmış bir modeldir.

CMMI, yazılım geliştirmede kullanılan kalite sistemlerini ve süreçlerini değerlendirmek, yazılımda kalite sertifikasyonunu sağlamak, süreçleri iyileştirmek ve yetenek belirlemek amacıyla geliştirilen bir modeldir (Chrissis, 2011). CMMI tek model olmakla birlikte, basamaklı ve sürekli olmak üzere iki gösterim şekli kullanılmaktadır (Kalaycı, 2007). Sürekli gösterim (continuous) yetenek düzeylerini tanımlarken, basamaklı gösterim (staged representation) olgunluk düzeylerini tanımlar (Yucalar, 2006). CMMI sürekli gösterim, bir organizasyonun her bir süreç alanında süreç iyileştirmede gösterdiği başarı için uygulanır. CMMI basamaklı gösterim ise, organizasyonun ilgili basamaktaki tüm süreçlerinin olgunluğunun değerlendirilmesi için uygulanır (Yucalar, 2006). Her düzey için tanımlı süreç alanları vardır.

TMMi basamaklı bir model olarak geliştirilmiştir. Basamaklı model, bir yazılım organizasyonuna uygun bir gelişme yolunu tanımlamak üzere önceden tanımlanmış süreç alanları kümesini kullanır. Bu gelişme yolu, olgunluk düzeyi adı verilen bir model bileşeniyle tanımlanmaktadır. Olgunluk düzeyi, gelişmiş organizasyonel süreçlere ulaşmak için iyi tanımlanmış evrimsel bir seviyedir (van Veenendaal, 2018). TMMi'da test süreçlerinin olgunluğunu gösteren düzeyler vardır. Birinci düzey dışında, her bir düzey için olgunluk hedefleri tanımlanmıştır. Bu tanımlama ile yazılım organizasyonunun test sürecine ilişkin hangi aşamada olduğu bilgisi elde edilmektedir. CMMI'da olduğu gibi TMMi'nin her olgunluk düzeyinde, hedefler, alt hedefler, anahtar süreç adımları, aktiviteler, görev ve sorumluluklara ilişkin gerekli bilgiler tanımlanmaktadır. TMMi modeli ile yazılım test süreçlerini iyileştirmek isteyen yazılım organizasyonları, aynı CMMI'da olduğu gibi birinci olgunluk düzeyinden başlamak kaydıyla ilgili anahtar süreç adımlarını tamamlayarak daha üst olgunluk düzeyine ulaşabilmektedir (Yıldız, 2018).

3.1. TMMi'nin Yapısı

TMMi, CMMI'a benzer bir yapıya sahiptir. CMMI'da olduğu gibi TMMi da hedefler ve bu hedeflere ilişkin alt uygulamaların başarılmasıyla ulaşılan olgunluk düzeylerini içerir. TMMi için bir süreç, karmakarışık bir başlangıç durumundan, sürecin yönetildiği, kontrol edildiği ve optimize edildiği bir duruma doğru gelişir. TMMi modelinin yapısı Şekil 1'de görülmektedir.

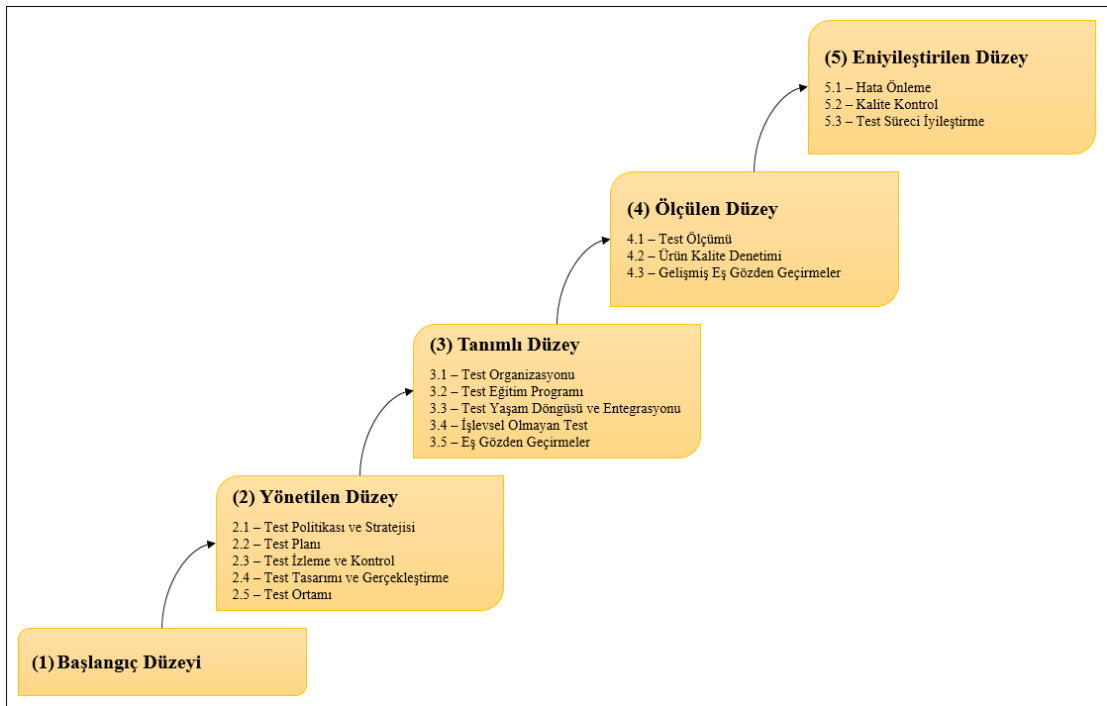


Şekil 1. TMMi Modelinin Yapısı

TMMi'da her bir süreç alanının yerine getirmesi gereken özel ve genel hedefler vardır. Her bir özel hedef, ilgili süreç alanını yerine getirmek için bulunması gereken tek bir özelliği gösterir. Bir özel hedef, hedefe ulaşmak için hangi faaliyetlerin önemli olduğunu ve gerçekleştirilebileceğini tanımlayan özel uygulamalara bölünmüştür. Genel hedefler birden fazla süreç alanıyla ilgilidir. Genel hedefler, test sürecini kurumsallaştırmak için kullanılabilir özellikleri tanımlar.

3.2. TMMi Olgunluk Düzeyleri

TMMi, test süreçlerinin iyileştirilmesi için basamaklı bir mimariye sahiptir. TMMi, bir yazılım organizasyonunun test süreçlerini iyileştirmesine yönelik başlangıç (initial), yönetilen (managed), tanımlı (defined), ölçülen (measured) ve en iyileştirilen (optimization) olmak üzere beş olgunluk düzeyini içerir. Her olgunluk düzeyi, bir yazılım organizasyonunun o düzeyde olgunluğa ulaşabilmesi için uygulaması gereken bir dizi süreç alanına sahiptir. Şekil 2'de TMMi olgunluk düzeyleri ve bu olgunluk düzeyleri içinde yer alan süreç alanları görülmektedir.



Şekil 2. TMMi Olgunluk Düzeyleri ve Süreç Alanları (van Veenendaal, 2018)

Bir düzeyi başarma, bir sonraki düzey için temel olarak yeterli bir iyileştirmenin yapılmasını sağlar. Yazılım test süreçlerini iyileştirmeyi hedefleyen yazılım organizasyonları TMMi ile birinci düzeyden başlamak kaydıyla ilgili her düzeye ait anahtar süreç adımlarını tamamlayarak bir üst olgunluk düzeyine ulaşabilmektedir (Başar, 2015). TMMi'nin iç yapısı, sistematik bir şekilde öğrenilebilen ve uygulanabilen test uygulamaları bakımından zengindir.

3.2.1. Başlangıç Düzeyi

TMMi'nin başlangıç düzeyinde olan bir yazılım firmasında, test süreci tanımsız ve karmakarışıktır. Bu düzeyde olan firmalarda, test süreci genellikle hata ayıklamanın bir parçası olarak gerçekleştirilir. Yazılım firması içerisinde test süreçlerini desteklemek üzere istikrarlı bir ortam yoktur. Bu düzeydeki yazılım firmalarında başarı kanıtlanmış süreçlerin kullanımına değil, firma bünyesinde çalışan kişilerin yetkinliğine ve deneyimine bağlıdır. Testler, kodlama süreci tamamlandıktan sonra plansız bir şekilde gerçekleştirilir. Test ve hata ayıklama süreci, sistem üzerindeki hataları gidermek üzere yapılır.

Bu düzeydeki yazılım firmalarında yazılım ürünleri geç geliştirilir. Bunun yanında proje bütçesi aşılır ve yazılım ürünü istenilen kalitede ortaya çıkmaz. Bu düzeyde testin amacı, büyük bir arıza olmaksızın yazılımın çalıştığını göstermektir. TMMi'nin başlangıç düzeyi için tanımlanmış süreç alanları yoktur (van Veenendaal, 2018).

3.2.2. Yönetilen Düzey

TMMi 2. düzeyde, test süreci yönetilen bir süreçtir ve hata ayıklamadan açıkça ayrılmıştır. Yazılım firması içerisindeki test süreçlerini geliştirmek adına, test stratejileri belirlenmiştir ve test planları yapılmıştır. Test planı yapılırken, yazılım ürünü risk değerlendirme sonucuna göre test yaklaşımı belirlenir. Test planında, hangi testlerin gerekli olduğu, bu testlerin ne zaman, nasıl ve kim tarafından yapılacağı tanımlanır. Testlerin plana göre yapıldığından emin olmak için testler izlenir ve kontrol edilir. Test planında sapmalar meydana gelirse birtakım eylemler gerçekleştirilir.

Bu düzeyde yazılım ürünlerinin ve test süreçlerinin durumu üst yönetime bilgi olarak sunulmaktadır. Belirtim dokümanından test senaryolarının türetilmesi ve seçilmesi için test tasarım teknikleri uygulanır. TMMi 2. düzeyde bileşen, entegrasyon, sistem ve kabul testi olmak üzere test süreci çok seviyelidir.

Tanımlanan her test düzeyi için, kurum çapında veya program genelinde test stratejisinde tanımlanan özel test hedefleri vardır (van Veenendaal, 2018). Bu özel test hedefleri;

- test ve hata ayıklama işlemlerine ait hedeflerin tespit edilmesi,
- test planlama sürecinin önceliklendirilmesi,
- temel test teknik ve metodlarının kurumsallaştırılmasıdır.

TMMi'nin yönetilen düzey için tanımlanmış süreç alanları;

- test politikası ve stratejisi,
- test planı,
- test izleme ve kontrol,
- test tasarımı ve gerçekleştirme,
- test ortamıdır (van Veenendaal, 2018).

3.2.3. Tanımlı Düzey

TMMi 3. düzeyde, test süreci artık kodlamayı takip eden bir aşama ile sınırlı değildir. Test süreci, yazılım geliştirme yaşam-döngüsü ve ilgili tüm dönüm noktalarına tamamen entegre olmuş durumdadır. Test planı, yazılım geliştirme yaşam-döngüsünün en başından itibaren yapılır ve asıl test planında dokümanite edilir. Asıl test planının geliştirilmesi, TMMi 2. düzeyde elde edilen test planlama becerileri ve taahhütlerine dayanmaktadır.

TMMi 2. düzeyde test tasarımları daha çok işlevsel testler ve test teknikleri üzerinedir. Ancak TMMi 3. düzeyde ise işlevsel testler ve test tekniklerine ilave olarak işlevsel-olmayan testler, güvenilirlik ve kullanılabilirlik gibi testler eklenir (van Veenendaal, 2018).

TMMi 3. düzey için de tanımlanan özel hedefler vardır. Bu özel hedefler;

- yazılım test grubunun oluşturulması,
- teknik eğitim programlarının oluşturulması,
- yazılım yaşam döngüsü içinde test işlemlerinin birleştirilmesi,
- test süreçlerinin kontrol edilmesi ve izlenmesidir.

TMMi'nin tanımlı düzey için tanımlanmış süreç alanları;

- test organizasyonu,
- test eğitim programı,
- test yaşam döngüsü ve entegrasyonu,
- işlevsel-olmayan test,
- eş gözden geçirmelerdir (van Veenendaal, 2018).

3.2.4. Ölçülen Düzey

TMMi 2. ve 3. düzey hedeflerinin başarılması, kapsamlı test yapabilecek ve test sürecinin iyileştirilmesi için destek sağlayabilecek teknik, yönetsel ve personel altyapısının oluşturulmasını sağlar. Mevcut bu altyapı ile daha fazla büyüme ve başarı elde etmek için test ölçülebilen bir süreç haline gelir. TMMi 4. düzey olan yazılım firmalarında testler tamamen tanımlanmış, sağlam ve ölçülebilir bir süreç altyapısı üzerinde gerçekleştirilir.

Bu düzeyde test faaliyetleri yazılım geliştirme yaşam-döngüsünün bütün aşamalarında ele alınır. Yazılım firması tarafından kuruluş bazında bir test ölçüm programı uygulanarak test süreçlerinin kalitesi ölçülür. Yazılım geliştirme yaşam-döngüsü içerisinde ürünün kalitesini ölçmek üzere kullanılan gözden geçirmeler ve denetlemeler, test sürecinin parçası olarak düşünülmektedir. TMMi 4. düzey, statik testler ve dinamik testler arasında koordineli bir test yaklaşımı oluşturulmasını sağlar (van Veenendaal, 2018).

TMMi 4. düzey için de tanımlanan özel hedefler vardır. Bu özel hedefler;

- kurum çapında gözden geçirme programının oluşturulması,
- test ölçüm programının oluşturulması,
- yazılım kalite değerlendirmesidir.

TMMi'nin ölçülen düzey için tanımlanmış süreç alanları;

- test ölçümü,
- ürün kalite denetimi,
- gelişmiş eş gözden geçirmelerdir (van Veenendaal, 2018).

3.2.5. Eniyileştirilen Düzey

TMMi 1. düzey ile 4. düzey arasındaki bütün test iyileştirme hedeflerinin başarılması, test için tamamen tanımlanmış ve ölçülebilen bir süreci desteklemeye yönelik organizasyonel bir altyapının oluşturulmasını sağlar. TMMi olgunluk düzeyi 5 olan bir kuruluş, istatistiksel olarak kontrol edilen süreçlerin nicel anlaşılması nedeniyle süreçlerini sürekli olarak iyileştirme yeteneğine sahiptir. Test süreç performansının artırılması, yenilikçi süreçler ve teknolojik gelişmeler ile sağlanır.

Bu düzeyde, test süreci altyapısının sürekli iyileştirilmesini desteklemek ve test iyileştirmelerini tanımlamak, planlamak ve uygulamak için özel eğitim almış üyelerden oluşan bir Test Süreç Grubu bulunmaktadır. Aslında Test Süreç Grubu, TMMi 3. düzeyde oluşturulmaktadır. Üst düzeylere çıktıkça test iyileştirme sürecini destekleyici faaliyetlere yönelik çalışmalarla bu grubun sorumlulukları artmaktadır (van Veenendaal, 2018).

TMMi 5. düzey için de tanımlanan özel hedefler vardır. Bu özel hedefler;

- hata önleme işlemlerine yönelik uygulamalar,
- istatistiksel kalite kontrolü,
- test sürecinin eniyileştirilmesidir.

TMMi'nin eniyileştirilen düzey için tanımlanmış süreç alanları;

- hata önleme,
- kalite kontrol, ve
- test sürecini eniyileştirme'dir (van Veenendaal, 2018).

4. CMMI İLE TMMi'NİN KARŞILAŞTIRILMASI

TMMi, CMMI'yi tamamlayıcı olarak konumlandırılmış ve CMMI tarafından başlıklandırılan aynı yapıyı izlemesine rağmen, iki model arasında bazı önemli farklılıklar vardır. CMMI ile TMMi arasındaki farklılıklar Tablo 1'de listelenmiş halde görülmektedir.

Tablo 1. CMMI ile TMMi'nin Karşılaştırılması

CMMI	TMMi
• Carnegie Mellon Üniversitesi tarafından geliştirilmiştir.	• Chicago Illinois Institute of Technology tarafından geliştirilmiştir.
• Uçtan uca yazılım geliştirme yaşam-döngüsü uygulamaları üzerine odaklanmaktadır.	• Test süreçleri ve uygulamaları üzerine odaklanmaktadır.
• Test süreçleri ve test iyileştirme faaliyetleri üzerine sınırlı düzeyde odaklanmaktadır.	• Test dışı iyileştirmeler üzerine odaklanma sınırlı düzeydedir.
• Sürekli ve basamaklı olmak üzere iki gösterime sahiptir.	• Sadece basamaklı gösterime sahiptir.
• CMMI-DEV, CMMI-SVC, CMMI-ACQ olmak üzere üç çerçeve yapıya sahiptir.	• İlave bir TMMi çerçeve yapısı yoktur.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, yazılım proje yönetimi içerisinde önemli bir safha olan yazılım testinin yönetimi ve test süreçlerinin ölçümü için TMMi modelinin kullanımı önerilmektedir. Modelin kullanımı ile yazılım kalitesini geliştirme noktasında test süreçlerini iyileştirmek isteyen firmaların TMMi hakkında bilgilendirilmesi amaçlanmıştır. Yazılım firmaları geliştirdikleri yazılım projelerindeki başarı yüzdelere arttırabilmeleri için test faaliyetlerine yeterince zaman ve bütçe ayırmalıdır. Bunun yanında yazılım geliştirme grubu haricinde bir bağımsız bir test grubunun oluşturulması yazılım kalitesinin arttırılmasında pozitif katkı sağlayacaktır. Bu bağımsız test grubu içinde yer alacak test mühendislerinin; yazılım geliştirme süreçleri hakkında deneyim sahibi olan, yazılım geliştirmeyi bilen, algoritmik düşünen, test planlamasını yapabilen, test senaryolarını yazabilen ve test araçlarını kullanabilen kişilerden oluşturulması gerekmektedir.

Yazılım geliştirme sürecinin kalitesi, test sürecinde elde edilen sonuçlara göre nicel olarak ölçülebilir. Test sürecinin iyileştirilmesi geliştirilen ürünün kalitesini doğrudan arttıracaktır. Test süreçlerinin iyileştirilmesi noktasında daha çok orta ölçekli yazılım firmaları için kullanılması tavsiye edilen TMMi modelinin önemi ortaya çıkmaktadır. TMMi, test süreçlerinin iyileştirilmesi için detaylandırılmış bir modeldir. Yazılım firmaları, test süreçlerini iyileştirmek ve etkinliğini arttırmak için en az TMMi 3. olgunluk düzeyini hedeflemelidirler. Yazılım firmaları kendi test süreçleri ile ilgili olarak hangi alanların iyileştirilmesi gerektiğine ve hedeflenen olgunluk düzeyine ulaşmak için nasıl harekete geçmesi gerektiğine iyi karar vermelidir. TMMi modelinin kullanımı, kurum bünyesindeki test süreçlerinin yazılım geliştirme süreçleri ile tamamen bir bütün haline gelmesini sağlayacaktır. Bu sayede, yazılım içerisindeki hatalar ortaya çıkmadan büyük oranda hata önleme faaliyetleri ile engellenmiş olacaktır.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

KAYNAKLAR

Afzal, W., Alonec, S., Glockienc, K., Torkar, R., (2016). Software test process improvement approaches: A systematic literature review and an industrial case study. *The Journal of Systems and Software*. Vol. 111. pp. 1-33.

Araújo, A. F., Rodrigues, C. L., Vincenzi, A. M. R., Camilo, C. G., Silva, A. F., (2013). A Framework for Maturity Assessment in Software Testing for Small and Medium-Sized Enterprises. *International Conference on Software Engineering Research and Practice (SERP'13)*.

Başar, A., (2015). Test Süreçlerinin Olgunluk Seviyesi Modeli ile İyileştirilmesi: Scrum ile Yazılım Geliştiren Bir İşletmede Uygulama. *XVII. Akademik Bilişim Konferansı (AB 2015)*. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir.

Bose, S. C., Bose, G., (2016). Transforming organizations to achieve TMMi certification. *Thirty-Fourth Annual Pacific Northwest Software Quality Conference*. Portland. Oregon. USA.

Bris, P., Frantis, M., Kolkova, M., (2015). Software Quality Control with The Usage of Ideal and TMMi Models. *MM Science Journal*. pp. 799-807.

Camargo, K. G., Ferrari, F. C., Fabbri, S. C. P. F., (2013). Identifying a Subset of TMMi Practices to Establish a Streamlined Software Testing Process. *27th Brazilian Symposium on Software Engineering*. IEEE.

Chrissis, M. B., Konrad, M., Shrum, S., (2011). CMMI: Guidelines for Process Integration and Product Improvement. *Addison-Wesley Professional*; 3 Edition.

Farid, A. B., Fathy, E. M., Ellatif, M. A., (2015). Towards Agile Implementation of Test Maturity Model Integration (TMMi) Level 2 using Scrum Practices. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications (IJACSA)*. 6(9).

Gökalp, E., Demirors, O., (2015). Proposing an ISO/IEC 15504 Based Process Improvement Method for the Government Domain, *Conference on Software Process Improvement and Capability Determination*. Gothenburg. Sweden. Vol. 526.

Kalaycı, O., (2007). "CMMI: Yöneticiler için Doğru Sorular". *Shamrock Process Improvement and Innovation*, ISBN: 978-0-9783530-0-1. Toronto. Kanada,

Kim, K., Kim, R. Y. C., (2014). Improving Test Process for Test Organization assessed with TMMi based on TPI NEXT. *International Journal of Software Engineering and Its Applications*. 8(2). pp.59-66.

van Veenendaal, E., (2018). Test Maturity Model integration (TMMi): Guidelines for Test Process Improvement, Release 1.2. TMMi Foundation. Ireland.

Yıldız, G., "Test Maturity Model integration (TMMi)", Çevrimiçi: <https://gokyhome.com/2014/06/26/test-maturity-model-integration-tmmi/>, Erişim Tarihi: (2018).

Yucalar, F., (2006). Evaluation of companies which are being in the software sector has an understanding process focused quality management with the CMMI staged model. *Master Thesis. Maltepe University. Institute of Science and Technology. Department of Computer Engineering*. Istanbul. Turkey.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

VERİ MADENCİLİĞİ YÖNTEMLERİ İLE UÇUŞ BİLETLEME ANALİZİ¹Muhammed Metin ULUYARDIMCI¹

¹İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans Programı,
İstanbul, Türkiye
muluyardimci@gmail.com ORCID: 0000-0002-6671-2874

Metin ZONTUL²

²İstanbul Arel Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İstanbul, Türkiye
metinzontul@arel.edu.tr ORCID: 0000-0002-7557-2981

GELİŞ TARİHİ / RECEIVED DATE: 20.02.2019 KABUL TARİHİ / ACCEPTED DATE: 09.04.2019

Özet

Bir çok sektörde kullanılan veri madenciliği hava yolu şirketleri açısından da büyük potansiyel barındırmaktadır. Kritik öneme sahip müşteriye direkt dokunan stratejik kararlarda, veri madenciliği yöntemleri etkin kullanılmaktadır. Verinin işlenip bilgiye dönüştürülme sürecine veri madenciliği denir. Birliklik kuralları ve Apriori algoritması veri madenciliği alanında sıklıkla kullanılan yöntemlerdir.

Bu tez çalışmasında, öncelikle veri madenciliği açıklanmış ve çalışmada kullanılacak yöntemler tanıtıldıktan sonra Türk Hava Yollarının 2016 yılı yaz ve kış dönemlerine ait yolcuların biletleme verileri ele alınmıştır. Veri ön işleme ve temizleme süreçlerinden sonra 2036113 satırdan oluşan uçuş biletleme verisine Birliklik kuralları ve Apriori Algoritması uygulanarak 824 adet kural ortaya çıkarılmıştır. Elde edilen kurallar yorumlanarak ve kuralların etkileri değerlendirilerek müşteri deneyimine olumlu katkı sağlayabilecek öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Veri Madenciliği, Apriori Algoritması, Birliklik Kuralları, Uçuş Biletleme

FLIGHT TICKETING ANALYSIS WITH DATA MINING METHODS

Abstract

Data mining used in many sectors also has great potential in terms of airline companies. Data mining methods are used effectively in strategic decisions that directly touch the critical customer. The process of processing the data into information is called data mining. Association rules and Apriori algorithm are frequently used methods in the field of data mining.

In this thesis, firstly data mining was explained and after the introduction of the methods to be used in the study, the ticketing data of the passengers of the 2016 summer and winter periods of Turkish Airlines were discussed. After pre-processing and cleaning processes, 824 rules were applied to the flight ticketing data consisting of 2036113 lines by using Association Rules and Apriori Algorithm. By interpreting the obtained rules and evaluating the effects of the rules, suggestions are presented that can contribute positively to the customer experience.

Keywords: Data Mining, Apriori Algorithm, Association Rules, Flight Ticketing

1 * Bu makale büyük ölçüde "Veri Madenciliği Yöntemleri İle Uçuş Biletleme Analizi, İstanbul Aydın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Yüksek Lisans Tezi, 2018" den yararlanarak hazırlanmıştır.

1. GİRİŞ

Teknolojideki hızlı ve büyük gelişmeler her geçen gün daha da ilerleme kaydetmektedir. Bu gelişimlerden bilgi sistemleride olumlu şekilde etkilenmiştir. Bilgi sistemlerinin teknik kapasiteleri artarken ters orantılı olarak maliyetlerinin azalması olumlu etkilerinden sadece biridir. Veri depolama araçlarının fiziksel yapılarının küçülmesi ama teknik kapasitelerinin aynı oranda büyümesi daha çok veri daha az maliyet sağlaması kurum ve kuruluşların teknolojiye olan ilgilerini artırmış ve teknoloji daha fazla kullanmaya yöneltmiştir. Böylelikle, kurum ve kuruluşlar artık daha fazla sayısal olarak veri toplama ve veriyi depolama imkan bulmuştur.

Bu teknolojik gelişmeler günlük hayatımızda kullandığımız bir çok araç ve gereçleri de doğrudan etkilemiştir. Hayatımıza, birbirimiz ile görüşmek mesaj atmak gibi iletişim için giren cep telefonları artık iletişimin yanı sıra geliştirilen mobile uygulamalar ile bir çok sektördeki bir çok işlemi gerçekleştirdiğimiz, iş takibi yaptığımız bir araç haline almıştır. Artık alışveriş, eğlence, ulaşım gibi bir çok ihtiyaç, bu teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilebiliyor. Kullanılan bu teknolojik imkanlar yardımıyla yapılan tüm işlemlerin detayları sayısal veri olarak saklanabilmektedir. Bu sayede kullanıcıların ayrıntılı hareket bilgileri takip edilerek kullanıcıların daha fazla alışveriş yapması ve alışveriş esnasında farklı nesnelere yönelmeleri için çeşitli kampanyalar veya etkinlikler düzenlenmektedir.

Saf ve işlenmemiş veri, kendi başına bir anlam ifade etmeyebilir. Belirli bir amaç doğrultusunda üzerinde yapılacak bir takım işlemler sonrasında bilgi elde edilebilir. Veriden bilgi'ye erişilmesine veri analizi denir (Akpınar, 2000).

Bir çok alanda kullanıldığı gibi veri analizi ulaştırma sektörlerinden biri olan hava yollarında da önemli bir yer almaktadır. Hava yolu müşterilerinin yapmış oldukları tüm işlemler detaylı bir şekilde sayısal olarak veri tabanlarında tutulmaktadır. Sürekli artan bu verilerin incelenmesi, analiz edilmesi için de yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu aşamada da veri madenciliği tekniklerine ihtiyaç duyulur. Veri madenciliği tekniklerinden biri olan Apriori algoritması verideki nesnelere arası ilişkileri ortaya çıkarmak için kullanılır (Eker, 2016). Bu veriler müşterilerin yapmış olduğu uçuşlarda tercih ettikleri bir çok faktörün göz önüne alınarak gelecekte yatırımların ya da çalışmaların yapılmasında büyük bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Türk Hava Yolu şirketi müşterilerinin yıl içerisinde dönemsel olarak yapmış olduğu uçuş biletleme işlemlerinin birleştirme kuralları ve apriori algoritması kullanılarak yapılan analiz sonrası ortaya çıkan sonuçların yorumlanmasıdır. Yapılan benzer çalışmalar ve bu çalışmanın literatüre katkısı aşağıda verilmiştir.

1.1. Literatür Taraması

Bilgi sistemlerinin ve teknolojilerinin gelişmesi, verinin değerini gittikçe daha önemli bir hale getirmiştir. Verinin hızlı bir şekilde işlenebildiği ve gelişmiş veri analizi yapılabilmesine bağlı olarak veri analizinden daha anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi (Sönmez, 2018) ile, bir çok kurum ve kuruluş kendi amaçları doğrultusunda veritabanlarında bir çok türde veri depolamıştır. Ulaştırma, pazarlama işlemleri, kamusal

alandaki işlemler, biletleme işlemleri ve buna benzer bir çok alanda saklanan büyük boyuttaki ve karmaşık verilerden anlamlı kuralların ortaya çıkarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Keşfedilmemiş ve işlenmemiş bu verilerden yeni, geçerli, faydalı ve sonuç olarak anlaşılabilir örüntülerin çıkarılmasındaki bu bilgi keşfi sürecine Veritabanlarında Bilgi Keşfi (Knowledge Discovery in Databases - KDD) denir (Döşlü, 2008).

Veritabanlarında bilgi keşfi sürecinin bir aşaması olarak bilinen Veri Madenciliği (Data Mining), geçerli, yeni ve kullanışlı bilgiyi büyük veri tabanlarından çıkarma işlemidir. Bu yüzden veri madenciliği, veri tabanından anlamlı örüntüler veya kurallar elde etmek için geniş bir araştırma alanı olarak görülmektedir. Veri madenciliği, veri tabanlarında bilgi keşfi sürecinde anlamlı örüntüleri elde eden keşif algoritmaları ile veri analizini uygulayan bir adımdır. Veri madenciliği, veri tabanlarındaki bilgi keşfi uygulamaları ile birlikte faaliyet alanına yönelik karar destek mekanizmaları için gerekli ön bilgileri temin etmek için kullanılmaktadır (Fayyad ve Ark., 1996).

“Bir başka ifadeyle büyük miktardaki verinin analiz edilerek anlamlı şablon ve kuralların keşfedilmesine imkan verir” (Berry ve Linoff, 2004).

Veri madenciliği 1990’lı yıllarda ortaya çıkmıştır. Veri madenciliğinin özellikle 2000 yılından bu yana büyük bir gelişme gösterdiği göze çarpmaktadır (Gülce, 2010).

Aşağıda veri madenciliği ve Apriori algoritması konusunda farklı alanlarda yapılan bilimsel çalışmalar incelenmiştir.

Yapılan bir makale çalışmasında Çin’deki ciddi trafik kazalarına yol açan faktörleri araştırmak amaçlanmıştır. 2009 ile 2013 yılları arasında Çin’de meydana gelen trafik kazalarının tutulduğu faaliyet raporundaki veriler alınarak veri madenciliği yöntemlerinden biri olan birliktelik kuralı uygulanmış ve sonuç olarak ciddi trafik kazalarının kullanıcı davranışı, yolun geometrik özellikleri ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşimlerin bir sonucu olduğunu ortaya çıkarmıştır (Xu ve Arkadaşları, 2018).

Muhammed Emin Eker 2016 yılında hazırladığı yüksek lisans çalışmasında, bir eğitim yazılımındaki verilerden bilginin ortaya çıkarılmasını amaçlamıştır. Erişilen verilere veri madenciliğinde en sık kullanılan apriori algoritması ve birliktelik kuralları ayrıntılı bir şekilde işlenmiştir. Uygulama esnasında hazırlanan yazılım, verilerin elde edildiği eğitim yazılımına dâhil edilmiştir. Bu sayede yapılan her sınav sonrasında oluşan sınav verileri içerisinde anında ilişki kuralları çıkarılabilmektedir. Yapılan çıkarımlar, bu eğitim yazılımını kullanan kurum ve kişilerin hizmetine sunulduğu belirtilmiştir (Eker, 2016).

Mehmet Aydın Ulaş 1999 yılında alışveriş sektöründe (alanında) hazırladığı yüksek lisans tez çalışmasında, sepet analizi gerçekleştirilmiştir. Süpermarket zinciri olan Gima Türk A.Ş.’nin verileri üzerine Apriori algoritması uygulanmış ve ulaşılan sonuçlar incelenmiştir. Ayrıca mal satışları arasındaki ilişkileri bulmak amacıyla da, bileşen analizi ve k-means metotları kullanılmıştır (Ulaş, 1999).

Yapılan bir başka çalışmada, birliktelik kuralları için bir yöntem önermiştir. Bir elektronik firmasında üretim ve mal giriş kalite verileri üzerinde Apriori algoritmasının oluşturduğu kurallar elenerek uygulanmıştır. Elde edilen kurallar test verileri ile doğrulanmış ve sonuçlar analiz edilmiştir (Kılınç, 2009).

Döviz piyasalarındaki uluslar arası para birimleri arasındaki iç ilişkilerin ele alındığı bu makale çalışmasında, 2011 ile 2016 yıllarına ait dönemlerde Tayvan yatırımcılarının döviz portföylerinin tanımlamak ve değerlendirmek amaçlanmıştır. Tayvan doları ile 15 ülkenin döviz kuru verilerine birliktelik kuralı ve apriori algoritması uygulanarak ortaya çıkarılan sonuçlar değerlendirilmiştir (Lai ve Jin, 2018).

Barış Yıldız 2010 yılında hazırladığı yüksek lisans çalışmasında, sık kümelerin ortaya çıkarılması için gizliliği koruyan bir yaklaşım sunmuştur. Bu çalışmayla beraber ayrıca, Matrix Apriori algoritması üzerinde değişiklikler yapılmış ve sık küme gizleme çerçevesi de geliştirilmiştir (Yıldız, 2010).

2. VERİ MADENCİLİĞİ

Veri madenciliği, günümüz bilgi çağında en güncel teknolojilerden birisidir. Bilgisayar sistemlerinin her geçen gün daha da gelişmesi ve güçlerinin artıyor olması, veri tabanlarında daha büyük miktarlarda verinin saklanabilmesine imkan vermektedir. Veri madenciliği, veri analizi ile gelişmiş matematiksel algoritmalar kullanılarak, kalıpları ve eğilimleri keşfederek gelecekteki olayların olasılığını değerlendirmek için büyük veri kümeleri arasındaki sıralama sürecidir.

Veri madenciliği ile ilgili literatürde farklı araştırmacılar tarafından yapılan tanımlamalar aşağıdaki gibidir.

“Veri madenciliği büyük miktarda veri içinden gelecekle ilgili tahmin yapmamızı sağlayacak bağıntı ve kuralların bilgisayar programları kullanarak aranmasıdır” (Akpınar, 2000).

“Veri madenciliği, büyük veri setindeki, anlamlı, orijinalliği olan, kullanım potansiyeli bulunan ve sonuçta anlaşılabilir olan örüntülerin çıkarılmasıdır” (Fayyad ve Ark.,1996).

“Veri madenciliği, veri içeriğinde yapılan uygulamalar sonrasında veriler arasında bağlantının kurulması amaçlı bir algoritma çalıştırma işlemidir” (Zaimoğlu, 2018).

“Tek başına ham verinin sunamadığı bilgiyi ortaya çıkaran veri analizi sürecine veri madenciliği denir” (Jacobs, 1999).

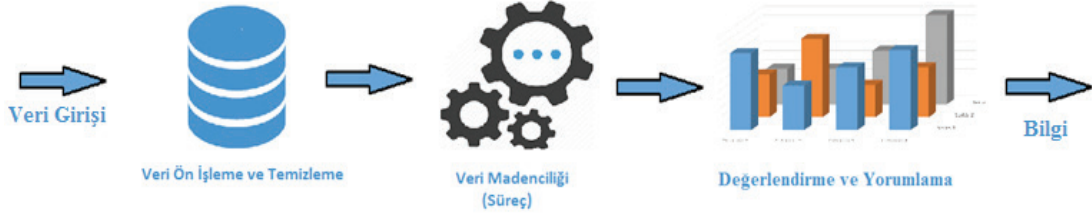
“Veri madenciliği, büyük ölçekli veriler arasından değeri olan bir bilgiyi elde etme işidir” (Özkan, 2008).

2.1. Veri Madenciliği ve Bilgi Keşfi

Veri madenciliği, veri tabanında bilgi keşfi sürecinde temel bir adımdır (KDD). Şekil 2.1’de gösterildiği gibi genel (KDD) süreci, üç ana adımdan oluşur.

aşağıdaki gibidir:

- Veri ön işleme ve temizleme
- Veri madenciliği
- Veri sonrası işlem (Değerlendirme ve Yorumlama)



Şekil 2.1: Veri Madenciliği Süreci (Özkan, 2008)

Veri ön işleme ve temizleme, ham veri toplamak ve hazırlamak için kullanılan bir süreçtir.

Veri ön işleme ve temizleme dört aşamadan oluşmaktadır.

Veri ön işleme ve temizleme aşamaları şunlardır:

- Veri temizleme
- Veri entegrasyonu
- Veri seçimi
- Veri dönüşümü

Veri temizleme: Çeşitli kaynaklardan veya mevcut bir sistemden temin edilen verilerden anlamlı bir bilgi ortaya çıkarabilmek için kirli veya kayıp verilerin tespit edilerek çeşitli işlemler uygulanmasıdır (Zaimoğlu, 2018).

Veri entegrasyonu: Farklı kaynaklardaki verilerin birlikte derlenerek tek bir veri tipine dönüştürülme işlemidir.

Veri seçimi: Veri öbeklerinin analiz aşamasında sonucu etkilemediği tespit edilen veri sayısı veya değişkenin çıkarılma işlemidir. Böylelikle tespit edilen gereksiz verilerin analizden çıkarılması ile boyut azalması yapılır (Özkan, 2008).

Veri dönüşümü: Algoritmanın çalışmasına anlam bakımından uygun olmayan veri içeriğinin belirlenen bir işlem ile dönüştürülerek kullanıma alınabilir bir duruma getirilmesidir. Bu tür verilerde normalleştirme ya da standartlaştırma gibi süreçler ile veri dönüşümü sağlanır (Zaimoğlu, 2018).

Veriler hazırlandıktan sonra yüksek seviyeli bilgileri ayıklamak için kurallar ve yöntemler uygulanılarak yararlı bilgiler ayrıştırılır ve bu süreç veri madenciliği süreci olarak adlandırılır. Elde edilen bilgiler görselleştirme ve diğer teknikler ile sunulabilmektedir (Al-Rubaiee, 2018).

Veri sonrası işlemler'de, ham olarak bilinen bilgi kendi başına değersizdir ve gerçek bilgi değildir. Bilgi, verileri ile desteklendiği ve yorumlandığı zaman gerçekler haline gelir. Bu aşamada bilgi, bilginin iletişimidir.

2.2. Veri Madenciliğinin Gelişimi

1960'lerde bilgisayarların veri analizi amacıyla kullanılmaya başlanmasıyla birlikte veri madenciliği kavramsal olarak ortaya çıkarmıştır. O yıllarda, yeterince uzun taramalar yapılması durumunda istenilen verilere ulaşmanın mümkün olacağına inanılıyordu. Yapılan bu işleme veri madenciliği yerine daha önceleri veri taraması (data dredging), veri yakalanması (data fishing) gibi adlandırıldığı bilimektedir (Öğüt, 2005).

1980'lerde bağıntılı (relational) veritabanları ve SQL (Select Query Language) yapısal sorgulama dili ile verilerin dinamik ve anlık analiz edilmesine olanak sağlanmıştır (Altun, 2017).

1990'lı yıllara gelindiğinde toplanan verilerin hacmi çok büyük boyutlara ulaşmış ve verilerin depolanması için veri ambarları kullanılmaya başlanmıştır (Altun, 2017). Yine 1990'larda veri madenciliğine farklı yaklaşımlar getirilmeye başlanmıştır.

Bu yaklaşımların kökeninde pazarlama, otomasyon, istatistik, veritabanlar ve makine öğrenimi gibi disiplinler ve kavramlar bulunmaktaydı (Öğüt, 2005).

2000'li yıllar veri madenciliğinin en yaygın olduğu ve tüm alanlarda veri madenciliğinin kullanıldığı yıllar olarak bilinmektedir. Veri madenciliği, depolanan bu büyük veri kütlelerinin değerlendirilmesi için yapay zekâ ve istatistik tekniklerinin uygulanması sonucunda ortaya çıkmıştır (Altun, 2017).

2.3. Veri Madenciliği Yöntemleri

Veri madenciliği uygulanan verilerde istenilen analizlere ulaşmak için veri setine uygun yöntem kullanmak ve bu yöntemi uygularken veriyi de yönetime uygun hale getirmek verinin doğru işlenmesi açısından önem arz etmektedir (Zaimoğlu, 2018).

Veri madenciliği yöntemleri genel olarak iki ana kategoriye ayrılır

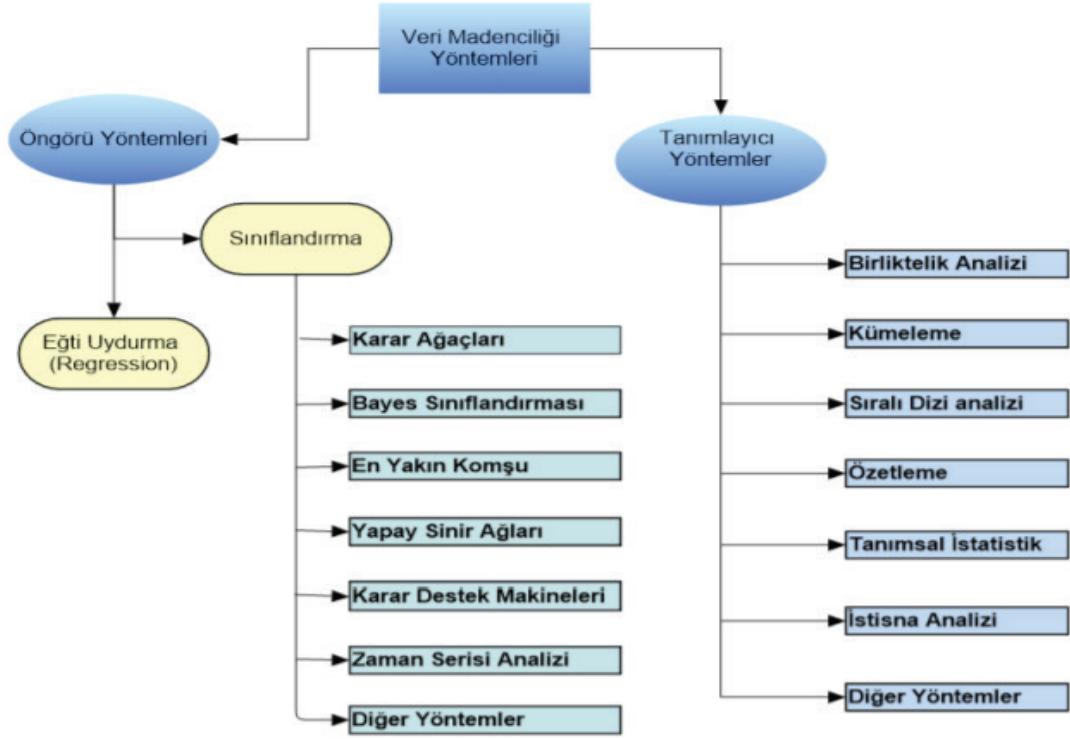
2.3.1. Öngörü yöntemi

Öngörü modelleme çalışması sonucunda belirli bir konuda öngörü için diğer özelliklerin değerlerine dayanarak kullanılacak bir model oluşturmayı amaçlar. Örneğin bir fabrikanın bir önceki yıla ait sipariş verilerini kullanarak gelecek yıla yönelik üretim planlaması yapılması öngörü modeline bir örnektir.

Sınıflandırma ve regresyon olmak üzere öngörü modeli iki ana kısımdan oluşmaktadır (Zaimoğlu, 2018).

2.3.2. Tanımlayıcı model

Veri tabanındaki analiz edilen verilerin sonucu, verinin mevcut durumunu ya da yaklaşık olarak neyi ifade ettiğini belirten yöntemleri kapsar. Henüz tespit edilmemiş ya da önceden keşfedilmemiş bilgiyi tespit etmek, bulmak için kullanılan bir yöntemdir (Zaimoğlu, 2018). Örneğin veri tabanında amaçlanan bir veri setini bulabilmek için aynı anda bir çok vasfı içeren bilginin durumunu ve veri kümesindeki örüntünün ona eş olanlarını belirlemek tanımlayıcı modele örnektir. Tanımlayıcı model, kümeleme, birliktelik kuralları ve ilişkilendirme kuralları çözümlenme en sık kullanılan kurallardır (Al-Rubaiee, 2018). Şekil 2.2'te veri madenciliği tanımlayıcı ve öngörü yöntemleri listelenmiştir.



Şekil 2.2: Veri Madenciliği Tanımlayıcı ve Öngörü Yöntemleri (Zaimoğlu, 2018)

Veri madenciliğinde Öngörü ile tanımlayıcı model yöntemlerinin anlaşmaları halinde birbirlerinin yerlerine kullanılabilirler. Bu modeller kuşkusuz birbirlerinden ayrılamazlar (Zaimoğlu, 2018).

2.4. Veri Madenciliği Uygulama Alanları

Veri madenciliği, günümüz bilgi çağında en güncel teknolojilerden birisidir. Bilgisayar sistemlerinin her geçen gün daha da gelişmesi ve güçlerinin artıyor olması, veri tabanlarında daha büyük miktarlarda verinin saklanabilmesine imkan vermektedir. Bu büyük miktardaki verilerden faydalı bilgilere ulaşılması her sektör için gün geçtikçe veri madenciliği tekniklerinin uygulanmasını sağlamıştır.

Aşağıda veri madenciliği tekniklerinin uygulandığı sektörler özetlenmiştir.

- Üretim ve İmalat
- Devlet Uygulamaları
- Bankacılık ve Finans Uygulamaları
- Biyomedikal ve DNA
- Haberleşme ve İletişim
- Mühendislik Uygulamaları

- Pazarlama
- Ulaştırma
- Eğitim
- E-Ticaret
- Sigortacılık
- Sağlık

2.5. Birliktelik Kuralları

Birliktelik kuralı veri madenciliği, ilişkisel veritabanları, işlem veritabanları ve diğer veri havuzu formları gibi farklı veri tabanlarında bulunan veri kümelerinden sık kalıpları, bağıntıları, ilişkileri ya da nedensel yapıları ulaşmak için tutulan yol ve yöntemdir. Veri madenciliğinde birliktelik kuralları, süregelen bir takım işlem göz önüne alındığında işlemdeki diğer öğelerin oluşmalarına dayanarak belirli bir öğenin oluşumunu tahmin etmemizi sağlayan kuralları bulmayı amaçlar. Kısaca verilerin birlikte bulunma durumlarının analiz edilerek tespit edilmesinde birliktelik kuralları kullanılmaktadır (Özkan, 2008).

Birliktelik kurallarında güven ve destek ilgi çekici iki ölçüsüdür. Bunlar kullanıcı tarafından sağlanan parametrelerdir ve kullanıcıdan kullanıcıya değişir (Sadiqmal, 2015).

Birliktelik kuralları uygulamalarında, örnek olarak piyasa sepet analizi verebiliriz. Sepet Analizi, marketin içinde müşterilerin farklı satın alma alışkanlıklarını analiz ederek müşteriler tarafından satın alınan öğeler arasındaki alışkanlıklarını ortaya çıkarılmasıdır (Zaimoğlu, 2018).

Piyasa sepeti analizinde örneğin “müşteriler bira satın aldığı anda %75 ihtimalle cipte satın alırlar” sonucu ulaşarak bu iki ürün arasında güçlü bir ilişki olduğu tespit edilir (Farboudi, 2009).

2.5.1. Güven destek ve diğer kavramları

Kısaca, verilerin analizi sonucu oluşan kurallar arasından bir ya da bir çok yararlı kural kümesini keşfetmekle ilgilidir. Veri madenciliğinde, birliktelik kuralları ile çok sayıda kurala erişilebilmektedir. Amaç yararlı olan kuralları bulabilmektir. Yararlılığı ölçmenin yolu güven ve destek değerlerinden geçmektedir. Bu değerler niteliğe göre keşfedilen kuralların kullanışlılığını ve doğruluğunu ifade eder (Gülce, 2010).

Güven ve destek değerlerinin örnek bir formülü aşağıdaki gibidir:

X ürünün yapıldığı satışlarda Y ürününde alınması durumu [destek = % 4, güven = % 55]

X ürünün yapıldığı satışlarda Y ürününde alınması olayının, güveni aşağıdaki gibi hesaplanabilir (2.1):

$$\text{Güven} = \frac{\text{X ve Y'nin bulunduğu satır sayısı}}{\text{X'sin bulunduğu satır sayısı}}$$

(2.1)

Güven oranı %55 olan durumda; X ürünü almak isteyen müşterilerin %55'i Y ürününde satın almak istemiştir. Güven değerinin yüzde yüz olması bu iki ürünün aynı anda alınması anlamına gelir ve bu tür kurallar kesin kural olarak adlandırılır (Gülce, 2010).

X ürününün yapıldığı satışlarda Y ürününde alınması olayına, desteği ise aşağıdaki gibi hesaplanabilir **(2.2)**:

$$\text{Destek} = \frac{\text{X ve Y'nin bulunduğu satır sayısı}}{\text{Toplam satır sayısı}}$$

(2.2)

Destek oranı %4 olan durumda; Yapılmış olan tüm satışların % 4'sinde X ürünü ve Y ürünü birlikte bulunmaktadır.

TİD	ÜRÜNLER
1	A,B,C,D
2	A,C,B,E
3	F,B,C,D
4	B,C,D
5	A,F,C,D
6	A,C,D

Şekil 2.3: Ürünler Satış

Şekil:2.3.deki tabloya baktığımız zaman ürünlerin satış hareketlerine göre (C, D) ürünlerinin yapıldığı satışlarda A ürünüde alınması arasındaki ilişki, aşağıdaki örnekle açıklanabilir.

$$\text{Güven} = \frac{(C, D \rightarrow A) \quad 3}{(C, D) \quad 5} = 0.6$$

(2.3)

$$\text{Destek} = \frac{(C, D \rightarrow A) \quad 3}{\text{Toplam hareket} \quad 6} = 0.5$$

(2.4)

Yapılan güven ve destek değerlendirmeleri sonucu (C, D) ürünlerinin yapıldığı satışlarda A ürünüde alınmasında **(2.4)** %50 destek, **(2.3)** %60 güven oranlarına ulaşılmıştır.

Lift, genel olarak A ve C olaylarının istatistiksel olarak bağımsız olmaları durumunda ne kadar sıklıkla gerçekleştiğini ölçerek ortaya çıkarılmasını sağlar. Lift değeri aşağıdaki formülü kullanılarak hesaplanır (Lia ve Lu, 2018).

$$\text{Lift}(A \rightarrow C) = \frac{\text{Confidence}(A \rightarrow C)}{\text{Support}(C)}, \text{ aralık: } [0, \infty] \quad (2.5)$$

Leverage, A ve C'nin birlikte gözlemlenen sıklığı ile A ve C'nin bağımsız olması durumunda gözlemlenen sıklığı arasındaki farkı hesaplar. Leverage değerinin sıfır olması, iki olayın bağımsız olduğunu ortaya çıkartır. Leverage hesaplanır iken aşağıdaki formül kullanılır (Lia ve Lu, 2018).

$$\text{Leverage}(A \rightarrow C) = \text{support}(A \rightarrow C) - \text{support}(A) * \text{support}(C), \text{ aralık: } [-1, 1] \quad (2.6)$$

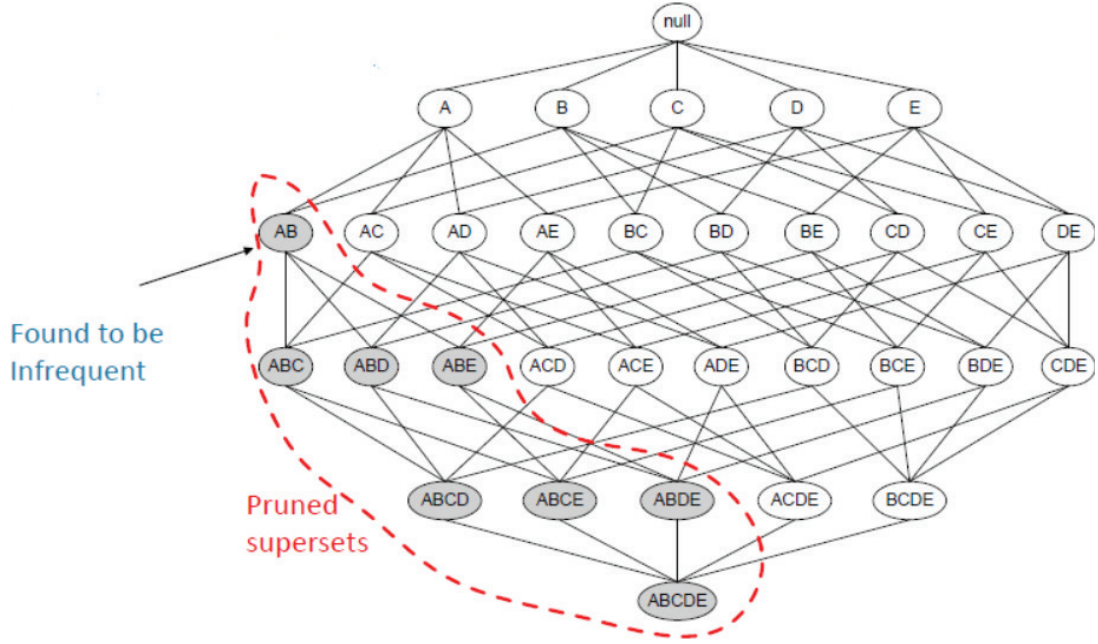
Conviction, A ve C'nin birlikte ya da A ürününün C ürünü olmaksızın görülme olasıkları hesaplanması için kullanılır. Formülü aşağıdaki gibidir (Lia ve Lu, 2018).

$$\text{Conviction}(A \rightarrow C) = 1 - \frac{\text{Support}(C)}{1 - \text{Confidence}(A \rightarrow C)}, \text{ aralık: } [0, \infty] \quad (2.7)$$

2.6. Apriori Algoritması

Apriori algoritması veri madenciliğinde klasik bir algoritmadır. Birliktelik kuralı uygulanmış verilerdeki ilişki kurallarını tespit etmek için kullanılan en popüler algoritmadır. İlişki analizinde geniş nesne kümelerinin tespit edilerek ortaya çıkarılmasını amaçlamaktadır (Eker, 2016).

Amaçlanan geniş nesne kümelerini ortaya çıkarmak için, ilk olarak her bir nesnenin destek oranı matematiksel bir işlem uygulanarak hesaplanır ve belirtilen destek oranı ise karşılaştırılır. Destek oranı hesaplanırlara aday nesne kümesi, belirtilen destek oranını aşan nesne kümesine ise geniş nesne kümesi denilmektedir. Apriori algoritmasının çalışma şekli, bu geniş nesne kümelerinin ortaya çıkarılarak destek seviyesinin altında kalan nesne kümelerini bir sonraki adımda taramayarak en geniş nesne kümesini tespit edinceye kadar tüm veriler içerisinde tarama yapmaktır (Eker, 2016). Şekil 2.4'de apriori algoritmasının geniş nesne kümelerinin ortaya çıkarılması ile ilgili ağaç diyagram sunulmuştur.



Şekil 2.4: Apriori Algoritması Ağaç Diyagram (Gündüz, 2015)

“Apriori, boolean ilişki kuralları için geçerli bir veri madenciliği algoritmasıdır” (Özçakır, 2006).

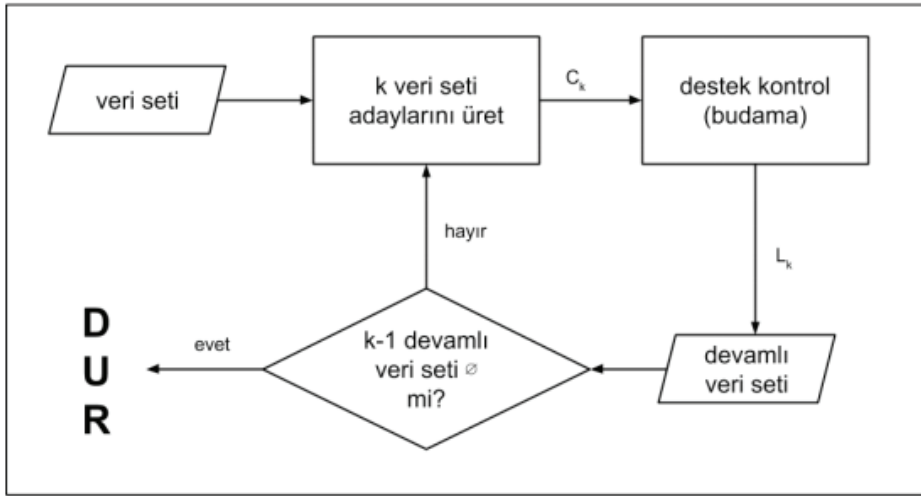
Apriori algoritmasının sözde kodu Şekil 2.5’de belirtilmiştir. Bu algoritmanın 1994 yılında Agrawal ve Srikant tarafından 20. Very Large Database Endowment konferansında sunulmuştur (Agrawal ve Srikant, 1993).

```

Apriori( $T, \epsilon$ )
 $L_1 \leftarrow \{ \text{large 1 - itemsets} \}$ 
 $k \leftarrow 2$ 
while  $L_{k-1} \neq \text{emptyset}$ 
     $C_k \leftarrow \{ a \cup \{b\} \mid a \in L_{k-1} \wedge b \in \bigcup L_{k-1} \wedge b \notin a \}$ 
    for transactions  $t \in T$ 
         $C_t \leftarrow \{ c \mid c \in C_k \wedge c \subseteq t \}$ 
        for candidates  $c \in C_t$ 
             $\text{count}[c] \leftarrow \text{count}[c] + 1$ 
     $L_k \leftarrow \{ c \mid c \in C_k \wedge \text{count}[c] \geq \epsilon \}$ 
     $k \leftarrow k + 1$ 
return  $\bigcup_k L_k$ 
    
```

Şekil 2.5: Apriori Algoritmasının Sözde Kodu (Eker, 2016)

Şekil 2.5'de belirtilen apriori algoritmasının sözde kodunda anlatılmak istenen k-öğeli küme eğer minimum destek kriterini sağlıyor ise bu kümenin alt kümeleri de bu destek kriterlerini sağlamaktadır. Bir öğeler kümesindeki destek değeri alt kümesindeki destek değerinden büyük olmamaktadır. Sık geçen nesne kümesi altındaki altkümelerin tamamı boş olmaması durumunda altkümeleri sık geçmektedir. Bu özellik şu gözleme dayanmaktadır. Eğer bir nesne küme I , minimum destek eşik değeri olan minimum güven değerini sağlamıyor ise, o zaman I sık geçen değildir denir (Eker, 2016). Apriori algoritmasının akış diyagramı Şekil 2.6'daki gibidir.



Şekil 2.6: Apriori Algoritması Akış Diyagramı (Eker, 2016)

Çok küçük bir veritabanından bile mümkün olan çok sayıda kural vardır, bu yüzden ilginç olanları seçmek için çeşitli ilgi ve öneme sahip tedbirler üzerinde kısıtlamalar kullanırız. Destek, güven, kaldırma ve mahkumiyet gibi yararlı önlemlerin bazılarıdır (Jain, 2017).

3. UYGULAMA

3.1. Apriori Algoritması ile Uygulama

Verilerin hazırlanması başlığında belirtilen işlemlerin gerçekleşmesinden sonra 2016 yılı yaz ve kış dönemlerine ait maskelenmiş uçuş biletleme verilerini Birleştirme kulları ve Apriori algoritması kullanılarak, minimum destek ($\text{min_support}=0.1$) değeri 0.1, lift ($\text{min_threshold}=1$) değeri 1 verilerek analiz edilmiştir. Belirtilen support değerini aşan 205 farklı grup ortaya çıkarılmıştır. Destek değeri oranları incelendiği zaman minimum %10.1 maksimum ise %47.6 analiz sonuçlarına ulaşılmıştır.

Uygulamada kullandığımız apriori algoritma kodu hazır yazılmış bir paket koddur. Kodun içerisin incelediğimiz zaman öncelikle parametreler tanımlanmıştır. Bazı parametrelerin default değerleri girilmiştir. Daha sonra veri türünün binary (0,1) olup olmadığı kontrol edilmiştir. Eğer veri türü binary değil ise, hata verilmesi sağlanmıştır. Bütün veri üzerine döngü kurularak her bir eşsiz değer için support hesaplanması

sağlanmıştır. Daha sonra elde ettiği eşsiz değerleri support ve itemsets kolanlarına sahip data frame üzerine yazdırılmıştır. Elde edilen supports değerleri birliktelik kuralı koduna koyularak güven ve lift değerlerinin hesaplanması sağlanmıştır.

Birliktelik kuralı kodunda ilk öncelikle foksiyonun içine parametlerin tanımlaması yapılmıştır. Birliktelik kuralında support ve itemsets kolonlarının olmasını zorunlu tutmaktadır. Destek, güven, lift ve diğer parametler hesaplanarak ilgili kolonlara aktarılması sağlanmıştır. Veri setinin analizi sonucu toplamda 824 adet yorumlanmak üzere kural ortaya çıkarılmıştır.

Uygulama sonucu elde edilen sonuçlarda öne çıkan kurallar, kış döneminde erkek yolcu tipinin iç hat uçuşlar için ekonomi sınıfını %96 güven, %12 destek değeri ile ekonomi sınıfı tercih ettiği Ayrıca 1,13 lift değeri 1'den büyük olması nedeniyle bağımsız olduğunu ortaya çıkarmıştır. Yine bir başka öne çıkan kuralda ise, yaz döneminde acentelerden alınan gidiş dönüş ekonomi sınıfı biletlerin %99 güven, %10 destek değeri ile uluslararası uçuşlarda alındığı ayrıca 1.84 lift değeri 1'den büyük olması nedeniyle bu olayların yüksek olasılıkla bağımsız olaylar olduğunu göstermiştir. Veri setinin analizi sonucu toplamda 824 adet yorumlanmak üzere kural ortaya çıkarılmıştır. Ortaya çıkarılan kuralların bir bölümü Şekil 3.1'de sunulmuştur.

	antecedents	consequents	antecedent support	consequent support	support	confidence	lift	leverage	conviction
0	(SEASON_Summer)	(DOM-INT_International)	0.508803	0.542750	0.307892	0.804974	1.114646	0.031647	1.157519
1	(DOM-INT_International)	(SEASON_Summer)	0.542750	0.508803	0.307892	0.588912	1.114646	0.031647	1.134638
2	(SEASON_Summer)	(FLIGHT_TYPE_RT)	0.508803	0.578761	0.319535	0.628261	1.085527	0.025176	1.133157
3	(FLIGHT_TYPE_RT)	(SEASON_Summer)	0.578761	0.508803	0.319535	0.552102	1.085527	0.025176	1.097119
4	(SEASON_Summer)	(CABIN_CLASS_Y)	0.508803	0.936522	0.476691	0.937255	1.000783	0.000373	1.011680
5	(CABIN_CLASS_Y)	(SEASON_Summer)	0.936522	0.508803	0.476691	0.509001	1.000783	0.000373	1.000811
6	(CHANNEL_GDS)	(SEASON_Summer)	0.263491	0.508803	0.155608	0.590562	1.161146	0.021596	1.200178
7	(SEASON_Summer)	(CHANNEL_GDS)	0.508803	0.263491	0.155608	0.305951	1.161146	0.021596	1.061178
8	(SEASON_Summer)	(PASSENGER_TITLE_MRS)	0.508803	0.170299	0.103332	0.203169	1.193015	0.016718	1.041251
9	(PASSENGER_TITLE_MRS)	(SEASON_Summer)	0.170299	0.508803	0.103332	0.606771	1.193015	0.016718	1.249646
10	(PASSENGER_TITLE_MS)	(SEASON_Summer)	0.283723	0.508803	0.163791	0.577291	1.135053	0.019488	1.162495
11	(SEASON_Summer)	(PASSENGER_TITLE_MS)	0.508803	0.283723	0.163791	0.322041	1.135053	0.019488	1.056519
12	(ARRIVAL_CITY_ISTANBUL)	(SEASON_Summer)	0.408384	0.508803	0.211697	0.518377	1.019218	0.003992	1.020295
13	(SEASON_Summer)	(ARRIVAL_CITY_ISTANBUL)	0.508803	0.408384	0.211697	0.416232	1.019218	0.003992	1.013444
14	(SEASON_Summer)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.508803	0.422582	0.221205	0.434927	1.029214	0.006279	1.021847
15	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	(SEASON_Summer)	0.422582	0.508803	0.221205	0.523461	1.029214	0.006279	1.031179
16	(DOM-INT_Domestic)	(SEASON_Winter)	0.457250	0.491397	0.256338	0.580609	1.140848	0.031647	1.157519
17	(SEASON_Winter)	(DOM-INT_Domestic)	0.491397	0.457250	0.256338	0.521652	1.140848	0.031647	1.134638
18	(FLIGHT_TYPE_OW)	(SEASON_Winter)	0.419922	0.491397	0.231750	0.551888	1.123099	0.025401	1.134690
...
810	(FLIGHT_TYPE_RT, DOM-INT_International)	(SEASON_Summer, CABIN_CLASS_Y, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.393852	0.205051	0.106894	0.271407	1.323605	0.026134	1.091074
811	(SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, CABIN_CLASS_Y, DOM-INT_International)	0.319535	0.241736	0.106894	0.334531	1.383870	0.029651	1.139443
812	(CABIN_CLASS_Y, FLIGHT_TYPE_RT)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, SEASON_Summer, DOM-INT_International)	0.535524	0.150899	0.106894	0.199607	1.322784	0.026084	1.060855
813	(FLIGHT_TYPE_RT, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	(SEASON_Summer, CABIN_CLASS_Y, DOM-INT_International)	0.258551	0.280941	0.106894	0.413436	1.471611	0.034257	1.225883
814	(SEASON_Summer, DOM-INT_International)	(CABIN_CLASS_Y, FLIGHT_TYPE_RT, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.307892	0.236804	0.106894	0.347407	1.467069	0.034032	1.169484
815	(CABIN_CLASS_Y, DOM-INT_International)	(SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.492590	0.145763	0.106894	0.217005	1.488755	0.035093	1.090987
816	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, DOM-INT_International)	(CABIN_CLASS_Y, SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT)	0.266995	0.296100	0.106894	0.400360	1.352109	0.027837	1.173871
817	(SEASON_Summer, CABIN_CLASS_Y)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, FLIGHT_TYPE_RT, DOM-INT_International)	0.476691	0.194867	0.106894	0.224243	1.150748	0.014003	1.037867
818	(SEASON_Summer, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	(CABIN_CLASS_Y, FLIGHT_TYPE_RT, DOM-INT_International)	0.221205	0.356264	0.106894	0.483236	1.356400	0.028087	1.245707
819	(CABIN_CLASS_Y, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	(SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT, DOM-INT_International)	0.390245	0.237325	0.106894	0.273916	1.154182	0.014280	1.050395
820	(FLIGHT_TYPE_RT)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, SEASON_Summer, CABIN_CLASS_Y)	0.578761	0.137644	0.106894	0.184695	1.341836	0.027232	1.057710
821	(DOM-INT_International)	(CABIN_CLASS_Y, SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.542750	0.134057	0.106894	0.196949	1.469143	0.034135	1.078316
822	(SEASON_Summer)	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL, CABIN_CLASS_Y, FLIGHT_TYPE_RT)	0.508803	0.176058	0.106894	0.210173	1.193789	0.017351	1.043192
823	(DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	(CABIN_CLASS_Y, SEASON_Summer, FLIGHT_TYPE_RT, DEPARTURE_CITY_ISTANBUL)	0.422582	0.216280	0.106894	0.252955	1.169574	0.015498	1.049094

Şekil 3.1: Kurallar

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yapılan bu çalışmada Türk Hava Yolları'nın 2016 yılı yaz ve kış dönemlerine ait verilerine Birliktelik kuralları ve Apriori algoritması uygulanmış ve çıkarılan ilişkili kurallar yorumlanarak güven değerlerinin yüksek olduğu kurallardan bir kısmı sunulmaktadır.

Yaz döneminde acentelerden alınan gidiş dönüş ekonomi sınıfı biletlerin %99 güven değeri ile uluslararası uçuşlarda alındığı gözlemlenmiştir.

Bu kurala ilişkin, yaz döneminde yolcular yurt dışı seyahatlerini gidiş dönüş tarihi planlı olarak, ekonomik sınıf ile uygun fiyat gözeterek, mobil ve web satış kanallarını tercih etmeden doğrudan acente üzerinden satın almıştır. Bu kural sonucu ekonomi sınıfı daha çok tercih edildiğinden, bu kabin sınıfı özelinde uçuş deneyimini olumlu yönde arttıracak çalışmalar yapılabilir. Ayrıca biletleme işlemlerinin büyük bir bölümü acenteler üzerinden yapıldığından, acente personeli eğitimi, acentelerin genel durumlarında iyileştirme çalışmaları yapılabilir. Kural sonucu bu yolcuların genellikle gidiş dönüş bilet tercih ettikleri görülmüştür.

Bu kurala dayanarak ,sadece gidiş bileti alan yolcular için dönüş uçuş bilet bilgileri de bu yolculara farklı kanallara aracılığıyla (acente personeli, e-mail vb.) sunulabilir.

Kış döneminde erkek yolcu tipinin iç hat uçuşlar için ekonomi sınıfını %96 güven değeri ile tercih ettiği gözlemlenmiştir. Bu kural fiyat belirleme ve kampanya stratejilerinde kullanılabilir. Yani kurala göre bu dönemde ekonomi sınıfına talep fazla olduğundan business sınıf, diğer yolcu tipleri ve dış hat uçuşlar ile ilgili kampanyalar yapılabilir.

Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde tüm yolcu tipleri için satış platformlarında Mobil ve Web satış kanalları üzerinden yapılan biletlemelerin başka ürün grupları ile birlikte belirlenen destek değerini aşmadığı ve bununla ilgili kuralların oluşmadığı ortaya çıkmıştır. Bu tespit sonucu Türk Hava Yolları'nın mobil ve web satış platformlarının genel satış platformlarının çok altında kalması bu platformlara yapılacak geliştirmeler ya da özel kampanyalar ile müşterinin ilgisini çekebilecek stratejiler belirlenebilir.

Yapılan kural analizleri ve yorumları sonucu bu metodun stratejik kararlar, kampanyalar, geliştirmeler ve personel eğitimi gibi konularda etkili olabileceği gösterilmiştir. Sonraki yapılacak çalışmalarda, dağıtık sistemlerde birliktelik kuralı algoritmaları da uygulanabilir.

5. KAYNAKLAR

Agrawal, R., Srikant, R. (1993). Fast Algorithms For Mining Association Rules, Conference on Very Large Databases, Santiago, Chile. 487-499.

Akpınar, H. (2000). Veri Tabanlarında Bilgi Keşfi ve Veri Madenciliği, İstanbul Üniversitesi, İşletme Fakültesi Dergisi, C.XXIX, No.1, s.1-22.

Al-Rubaiee, B. (2018). Data Mining and an Application in The Open Education System of Anadolu University, Master Thesis, Graduate School of Sciences.

Altun, M. (2017). Veri Madenciliği ve Uygulama Alanları, Doktora Semineri Raporu, Akdeniz Üniversitesi, Eğitim Bilimleri.

Berry, M. J. A. ve Linoff, G. S. (2004). Data Mining Techniques for Marketing, Sales and Customer Relationship Management, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis.

Döşlü A. (2008). Veri Madenciliğinde Market Sepet Analizi ve Birliktelik Kurallarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Eker, M. E. (2016). Veri Madenciliğinde Apriori Algoritmasının Sınav Verileri Üzerinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Farboudi, S. (2009). Tıp Bilişiminde İstatistiksel Veri Madenciliği, Yüksek Lisans Tezi, Hacette Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Fayyad, U., Piatetsky-Shapiro, G., Smyth, P. (1996). From Data Mining To Knowledge Discovery In Databases, AI Magazine, sayı 17, syf. 37-54.

Gülce, A. C. (2010). Veri Madenciliğinde Apriori Algoritması ve Apriori Algoritmasının Farklı Veri Kümelerinde Uygulanması, Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Jacobs, P. (1999). Data Mining: What General Managers Need to Know, Harvard Management Update 4, 8.

Jain, R. (2017). Application Of Data Mining Techniques For Predicting Students Academic Performance: A Study, International Journal of Innovation in Engineering Research & Management, Vol. 04, No.3, June 2017.

Kılınç, Y. (2009). Mining Association Rules For Quality Related Data In An Electronics Company, Master Thesis, Middle East Technical University, Industrial Engineering.

Lai, C., Lu, Jin. (2018). Evaluating the Efficiency of Currency Portfolios Constructed By the Mining Association Rules, Asia Pacific Management Review, Vol. 23, Issue 3, pp.161-234

Öğüt, M. (2005). Örneklere Dayalı Bir Sınıflandırma Algoritma Tasarımı ve Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özçakır F. C. (2006), Müşteri İşlemlerindeki Birlikteliklerin Belirlenmesinde Veri Madenciliği Uygulaması, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Özkan, Y. (2008). Veri Madenciliği Yöntemleri, Papatya Yayıncılık Eğitim.

Sadıqmal F. (2015). Implementation of Some Medical Data Using Apriori Algorithm, Master Thesis, Sakarya University, Institute Of Science And Technology.

Sönmez, F. (2018). Anomaly Detection Using Data Mining Methods in IT Systems: A Decision Support Application, Sakarya University Journal Of Science, 22(4): 1190-1123

Ulaş, M. A. (1999). Market Basket Analysis For Data Mining, Master Thesis, Bogaziçi University, Computer Engineering.

Xu, C., Bao, J., Wang, C., Liu, P. (2018). Association Rule Analysis of Factors Contributing to Extraordinarily Severe Traffic Crashes in China, Journal of Safety Research, Volume 67, Pages 65-75.

Yıldız, B. (2010). Impacts Of Frequent Itemset Hiding Algorithms On Privacy Preserving Data Mining, Master Thesis, İzmir Institute of Technology, Computer Engineering.

Zaimoğlu, E. A. (2018). Veri Madenciliği Teknikleri Kullanılarak Sosyal Ağlar Aracılığı İle Bilgisayar ve Bilişim Mühendisliği Mezun Öğrenci Profillerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

UYARLANABİLİR CEPHE SİSTEMLERİNDE ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLAR VE UYGULAMALARI

Özge ERGİN¹,¹ Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü, Yapı Programı, İstanbul, Türkiye
ozgergin88@gmail.com ORCID: 0000-0003-4446-6825Z. Canan GİRGIN²² Yıldız Teknik Üniversitesi, Mimarlık Bölümü, Yapı Bilgisi Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
zcgirgin@yildiz.edu.tr ORCID: 0000-0003-1985-448X

GELİŞ TARİHİ / RECEIVED DATE: 04.05.2019 KABUL TARİHİ / ACCEPTED DATE: 24.12.2019

Özet

Günümüzde; küresel ısınmanın ve fosil yakıt kullanımının azaltılması, enerjinin etkin kullanımı gibi zorlu hedeflerle yüzleşilmektedir. Bu bakımdan çevre koşullarına uyum sağlayan, duyarlı cephe sistemlerinin geliştirilmesi de önem kazanmıştır. Dinamik bina tasarımı ile enerji performansı optimize edilebildiğinden, "Uyarlanabilir Bina Cepheleri" gibi yenilikçi kavramlar yakın gelecekte çok önemli rol oynayacaktır. Uyarlanabilir cephe sistemleri performansına katkı sağlayan en önemli faktörlerden biri de akıllı ve çok fonksiyonlu malzeme etkisidir. Sözkonusu malzemeler, çevre koşullarına karşı özgün davranış biçimleri ile adaptasyona katkı sağlarlar. Akıllı malzemeler günümüzde yirmiden fazla grup altında sınıflandırılmaktadır, mimarlık alanında kullanımı ise birkaç malzeme grubu dışında hala araştırma aşamasındadır. Bu araştırma, şekil ve form değiştiren akıllı malzeme grubunda yer alan Şekil Hafızalı Alaşımların (ŞHA), uyarlanabilir cephe sistemlerine yönelik muhtemel uygulamaları üzerine odaklanmıştır. Çalışma kapsamında ŞHA'nın özgün davranışı; yapıya entegrasyon, cephe uyarlamalı güncel araştırmalar ve öncü uygulama örnekleri ile desteklenerek irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı, Yenilikçi, Şekil Hafıza Alaşımları, Uyarlanabilir cephe

NEW APPROACHES TO SHAPE MEMORY ALLOYS IN ADAPTIVE FACADE SYSTEMS

Abstract

Today; its is confronted with global warming and the reduction of fossil fuel use, and the efficient use of energy. In this respect, the development of sensitive façade systems, which adapt to environmental conditions, has gained importance. Dynamic behavior of a building can optimize the energy performance so innovative concepts such as Adaptive Building Facades will play a very important role in the near future. One of the most important factors contributing to the performance of adaptive façade systems is the smart and multifunctional materials. Some smart materials may adapt to environmental conditions with their distinctive behaviors. They are classified under more than twenty groups, and their utilization in architecture is still under research except for a few material groups. This research consists of addressing the possible applications of "Shape Memory Alloys (SMA)" in adaptive façade systems in the group of smart materials changing shape and form. In this study, the original behavior of SMA, integration to façade system, prototype examples in facade adaptation are focused.

Keywords: Smart, Innovative, Shape Memory Alloys, Adaptive Façade

1. GİRİŞ

Uyarlanabilir (adaptif) mimari sistemler; mekanlar arasındaki fiziksel ayırıcının geçici performans gerekliliklerine yanıt olarak; işlev, özellik veya davranışın değiştirilebildiği sürdürülebilir dinamik sistemlerdir. Amaç, mekanik sistemlere olan ihtiyacı azaltarak enerji tasarrufu sağlamaktır. Uyarlanabilir cephe, performans gereksinimleri ve sınır şartlarındaki değişimlere, zaman içinde tekrar tekrar ve tersine yanıt verebilmelidir. Şekil değiştiren malzemeler, bu değişime katkı sağlayabilecek akıllı malzemeler içerisinde yer alır, tetikleyici uyarılarına göre sınıflandırılabilir. Bu çalışmanın konusu olan Şekil Hafızalı Alaşım (ŞHA), sıcaklık değişimi uyarını ile faz değişimi gösteren *termostriktif* akıllı malzemeler (Addington ve Schodek, 2005) grubunda yer alır.

ŞHA'ların düşük aktivasyon enerjisi gereksinimi ve değişen koşullara doğrudan cevap verebilme yeteneği, onları uyarlanabilir mimari alanında da gelecek vaat eden yapı bileşenleri haline getirmektedir. Atomik örgü yapının faz dönüşümü, farklı elektrik ve mekanik karakteristikler ortaya çıkarır. Algılama, aktivasyon ve kontrol işlevleri olan ŞHA'lar, hareket etme kabiliyeti ile günümüz uyarlanabilir cephe sistemi bileşenlerine alternatif olabilecektir. Bu çalışmada, uyarlanabilir mimari sistemlerde; ŞHA'ların kullanım amaçları ve güncel örnekleri üzerine odaklanılmaktadır.

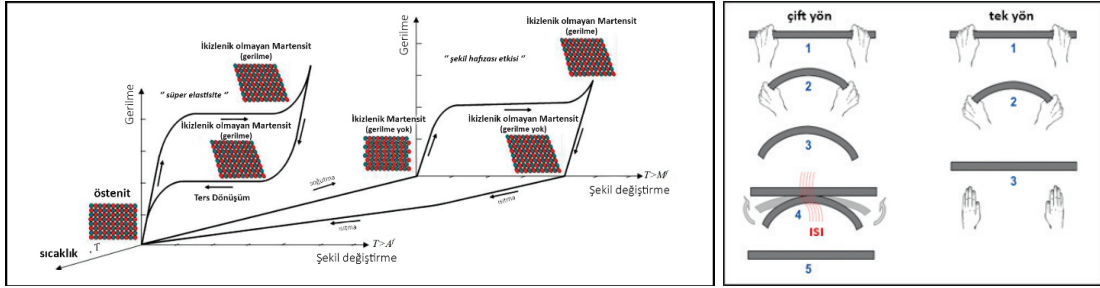
2. ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLAR

2.1. Tarihsel Gelişim

Adens Martens tarafından 1890'larda çelikte martensitin keşfi, gelecekteki şekil hafızalı alaşımların geliştirilmesi yönünde atılmış önemli bir adımdır (Gamal ve Mowafy, 2018). İlk şekil hafıza etkisi 1930'larda Au-Cd alaşımında gözlenmiş olsa da asıl önemli gelişme 1962'de, Buehler ve Wang'ın, Ni-Ti (*Nitinol*) alaşımı ile faz dönüşümü ve buna bağlı şekil hafızası etkisini bulması olmuştur. İleriki yıllarda şekil hafızalı yeni alaşım sistemleri de geliştirilmiştir ve araştırmalar devam etmektedir. ŞHA; günümüzde, bükülebilir gözlük çerçeveleri, vücut ısısı ile doğru boyut ve şekilde genişleyen sıkıştırılmış formda tıbbi stentler, bilgisayarlardan diskleri çıkaran uyarıcılar gibi günlük uygulamalarda kullanılmaktadır.

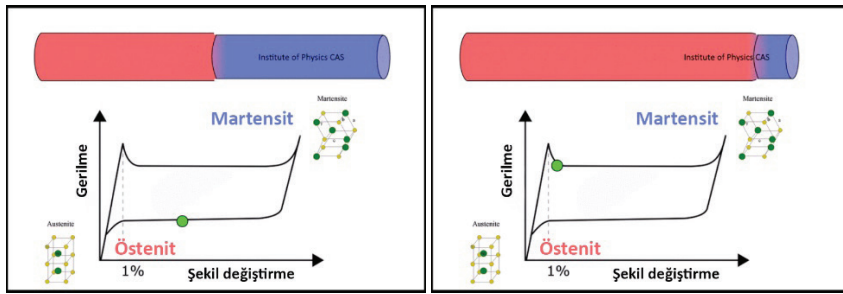
2.2. Teknik Özellikler

ŞHA, farklı sıcaklık düzeylerinde farklı kristal fazlarda bulunabilir. Yüksek sıcaklıkta *östenit* fazda, düşük sıcaklıkta *martensit* fazda bulunur. Malzeme; östenit fazda iken kuvvetli, sert ve kübik yapıda; martensit fazda iken yumuşak, sünek ve rombik yapıdadır (Şekil 1). ŞHA, şekil hafızası ve süper elastisite özelliğine sahiptir. Şekil hafızası etkisi, alaşımların faz dönüşüm sıcaklıklarına kadar ısıtıldığında ilk formlarına (östenit faz) dönebilme özelliğidir. Süper elastisite ise üzerine uygulanan yük kalktıktan sonra orjinal formuna geri dönme özelliğidir (Fiorito ve diğerleri, 2006). ŞHA, iki farklı hareket türüne sahip olabilir. Malzemenin sadece ısıtılarak östenit faza geçmesi tek yönlü, ısıtma ile östenit faza geçip, tekrar soğutma ile martensit faza geçiş yapması ve bu iki şekil arasında ileri geri kayarak hareket etmesi çift yönlüdür.



(a)

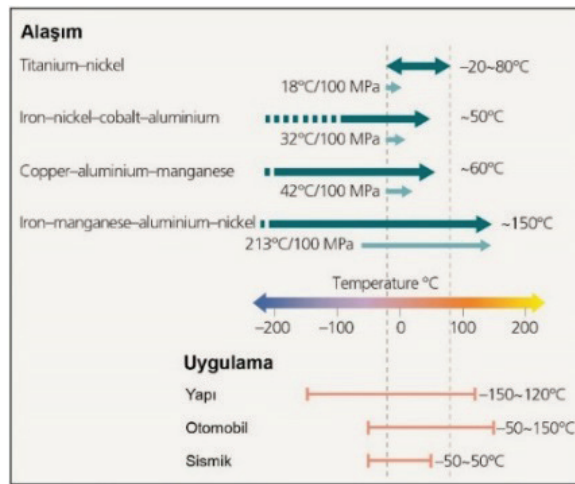
(b)



(c)

Şekil 1. (a) Faz Dönüşümü/ süper elastikiyet- şekil hafızası etkisi (Seo ve diğerleri, 2015), (b) Şekil Hafıza alaşımları hareket türleri (Fedelich, 2016), (c) Gerilme-şekil değişimi grafiği [1]

Farklı ŞHA tiplerinin, farklı dönüşüm sıcaklık aralıkları nedeniyle uygulama alanları farklıdır (Şekil 2). Örneğin, Al-Mn ve Fe-Ni-Co-Al tipi ŞHA'nın çalışma sıcaklığı -50°C 'den $+50^{\circ}\text{C}$ 'ye geniş bir aralığı kapsar, yapılarda sismik güçlendirme uygulamaları için uygundur (Chang ve Araki, 2016).



Şekil 2. Polikristalli süperelastik alaşımların çalışma sıcaklığı-uygulama alanı ilişkisi (Omori ve diğerleri, 2011)

En yaygın ŞHA'lar; yüksek geri kazanılabilir şekil değiştirme düzeyi (~%8), 500 MPa üzeri çekme dayanımı, yüksek biyo-uyumluluğu ve yüksek korozyon dayanımı ile Ni-Ti (*Nitinol*) alaşımlarıdır. Yüksek maliyeti¹ nedeniyle de tel veya Nitinol'un martensit ve ostenit fazdaki teknik büyüklükleri Tablo 1'de verilmiştir.

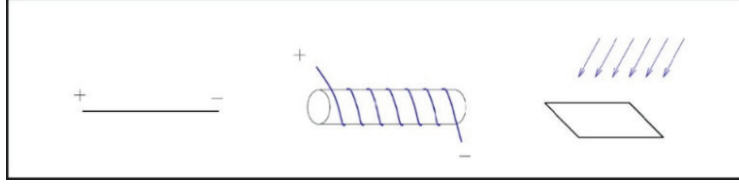
Tablo 1. Nitinol Telin Teknik Özellikleri (Jun, 2004; Toptaş ve diğerleri,2008)

Özellik	Değer	
Erime sıcaklığı (°C)	1300	
Yoğunluk (g/cm ³)	6.45	
Elektrik direnci (micro-ohm*cm)	Östenit	100
	Martenzit	72
Isıl genleşme (°C)	Östenit	11*10 ⁻⁶
	Martenzit	6.6*10 ⁻⁶
Isıl iletkenlik (W/cm*°C)	Östenit	0.18
	Martenzit	0.85
Elastik modül (GPa)	Östenit	75 - 83
	Martenzit	28 - 41
Akma dayanımı (MPa)	Östenit	195 - 690
	Martenzit	70 - 140
Maksimum çekme dayanımı (MPa)	754 - 960	
Dönüşüm sıcaklığı (°C)	(-100) – (+110)	
Şekil hafıza şekil değiştirme (%)	Maks. 8.5%	

Temel olarak, ŞHA üç farklı yöntemle ısıtılabilir (Şekil 3).

- Elektrik akımı geçirmek: yalnızca küçük çaplı bir ŞHA teli veya yay kullanıldığında uygulanabilir, avantajı basit olmasıdır.
- ŞHA elemanı etrafına sarılmış yüksek dirençli bir tel veya bant içinden elektrik akımı geçirmek: ŞHA çubukları veya tüpleri için kullanılabilir.
- ŞHA elemanı termal radyasyona maruz bırakmak: Ek ısıtma sistemi gerektirmeyen yöntemin en büyük dezavantajı esnek olmasıdır, yapıyı geri çekmek çok zor olabilir.

¹ Türkiye'de tel formulu Nitinol'un 1 m'si IPN 300 profilinin 1 m si ile benzer maliyettedir (~120 TL/m)



Şekil 3. Isıtma metotları; Bir akımın içinden geçmek, Harici ısıtma teli ile, Termal radyasyon (Huang, 1998)

3. ŞEKİL HAFIZALI ALAŞIMLARIN UYARLANABİLİR CEPHEDE KULLANIMI

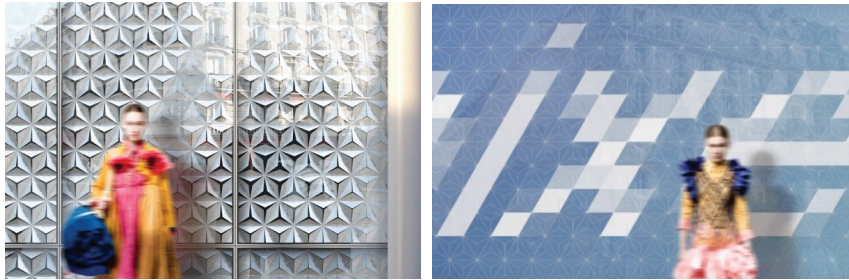
Uyarlanabilir cepheler; birçok malzeme, bileşen ve sistemlerden oluşmaktadır. ŞHA'nın uyarlanabilir cephe tasarımındaki öncü uygulamaları, yepyeni bir bina tasarımı ve kullanımı paradigmasına yol açmıştır. Düşük aktivasyon enerjisi ve değişen koşullara doğrudan cevap verebilme yetenekleri, onları uyarlanabilir yapı bileşeni konusunda tercih edilebilir hale getirmektedir.

3.1 Şekil Hafızalı Alaşım Kullanılan Öncü Uygulamalar

Bu bölümde, ŞHA kullanılmış öncü cephe uygulamalarının prototipleri incelenecektir.

ÖRNEK 1: *PixelSkin02*²

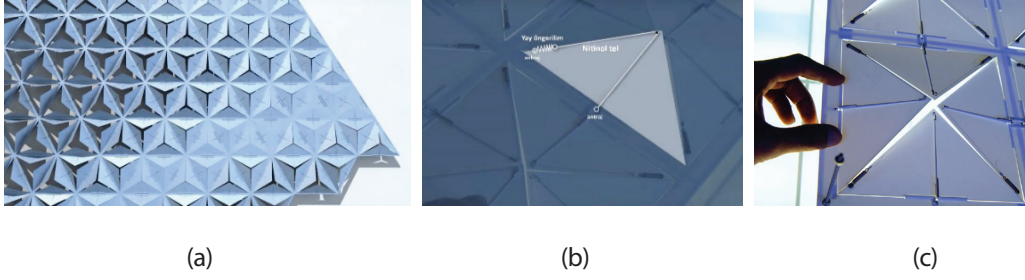
PixelSkin02, güncel mimari yüzeylerde günışığı kontrolü ve tabela kullanımı arasındaki çatışmaya bir cevap olarak, aydınlatma entegrasyonu ve gün ışığı kontrolünü gerçek zamanlı iletişim araçları ile sağlayan uyarlanabilir, interaktif ve elektrografik bir yüzeydir. Yüzey, elektromekanik olarak, düşük çözünürlüklü görüntüler ve videolar üreten saydam bir görsel alan oluşturur (Şekil 4).



Şekil 4. PixelSkin02 elektrografik cephe görüntüsü [2][3]

Her piksel karosu, 200mA ŞHA tellerinin aktive ettiği dört adet üçgen panelden oluşur. Çoklu Kontrol Tekniği, hareketli desenler ve görüntüler oluşturmak için piksel-karo koleksiyonunun kontrolünü sağlar (Şekil 5). Yüzeğe gömülü mikrodenetleyici konsollar; her panelin açılma düzeyini, saniyede yirmi kez, tamamen açık veya kapalı durumda, 255 ayrı konumda düzenler.

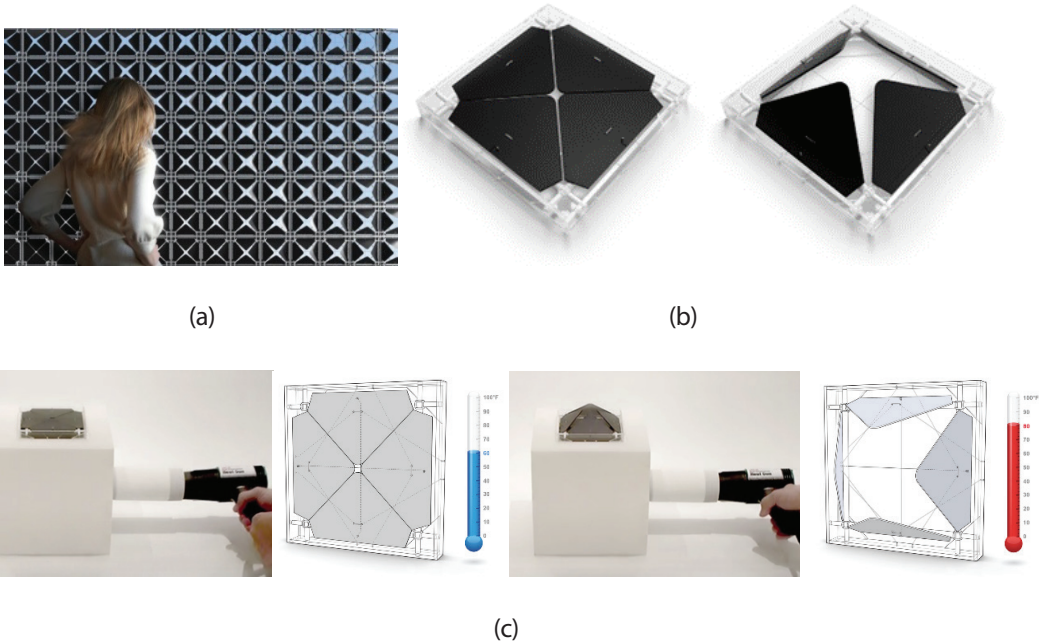
² GCU Glasgow'daki Akıllı Bina Laboratuvarı Baş Organizatörü O. Void'in yaratıcısı olduğu PixelSkin01, 2006 yılında S.Anshuman tarafından *PixelSkin02* adı altında geliştirilmiştir.



Şekil 5. (a) Çoklu kontrol, (b) sıcaklık farkına göre çalışma prensibi, (c) prototip [4]

ÖRNEK 2: *The Air Flower*

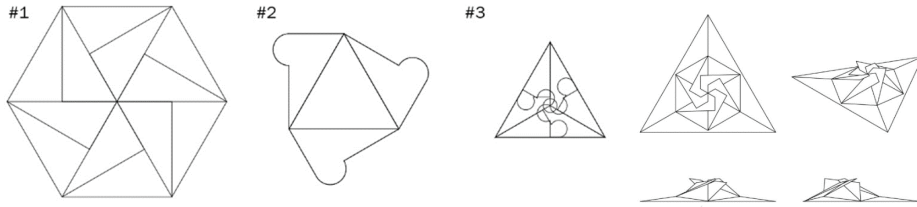
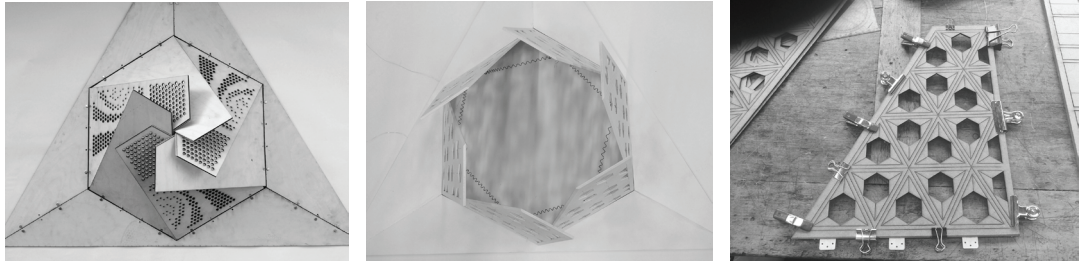
LIFT mimarlık tarafından sunulmuş *The Air Flower* projesinin amacı, güç kaynağına gerek duymadan, iç ve dış hava akışını sağlayarak, iç ortam kalitesini dengede tutmaktır. Sarı çiğdem çiçeğinin doğadaki davranışından esinlenilmiş olan, ŞHA telleri vasıtası ile ısıal açıdan aktif bir havalandırma sistemidir. Prototipin sıcaklığı bir ısı tabancası ile 65°C'ye getirilir, bu etki tellerin kısalması ve panellerin çiçek gibi açılmasına neden olur (Şekil 6). Sıcaklığın azalması ile teller genişlemeye başlar ve her paneli yavaşça kapalı konumuna geri çeker.



Şekil 6. (a) Çift veya tek cidarlı cephe sistemleri için *The Air Flower*, (b) Prototip, (c) Artan sıcaklık ile ŞHA tellerin kısalarak panelin açılması deneyi [5]

ÖRNEK 3: TUB Projesi

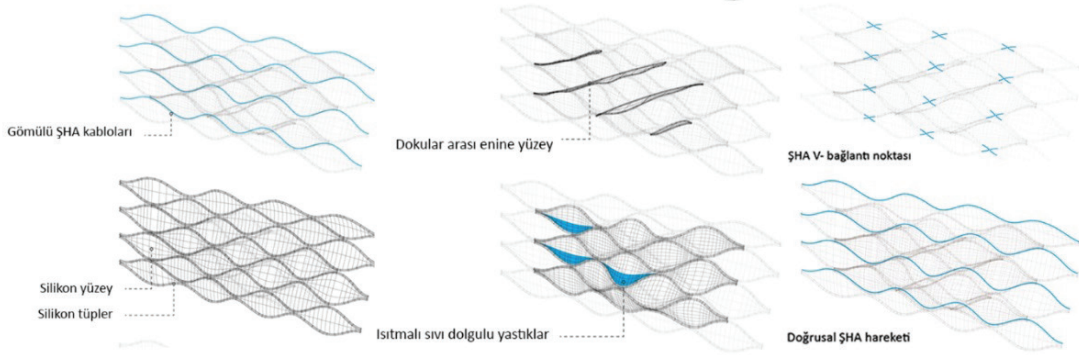
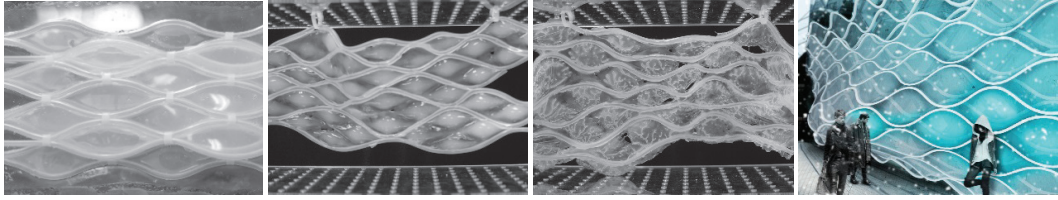
Victor Li ve arkadaşları tarafından, 2016'da *TUB* projesi ile ŞHA'lar kullanılarak, uyarlanabilir cephe sistemleri için bir gölgeleme sistemi prototipi sunulmuştur. Prototip, ŞHA'ların cephe sistemlerinde kullanımına yönelik, ilham kaynağı olması amacıyla geliştirilmiştir. Tasarım formunda, paket katlama yöntemlerinden esinlenilmiştir. Açıklıklar altı kanattan oluşur, art arda her bir kanat birbirlerine ŞHA telleri ile bağlıdır (Şekil 7). Ticari uygulama için, hafif metal veya biyoplastik malzeme kullanımı önerilmiştir.



Şekil 7. TUB modül, yüzey prototipleri ve tasarım aşaması [6]

ÖRNEK 4: *Iconic SKIN*

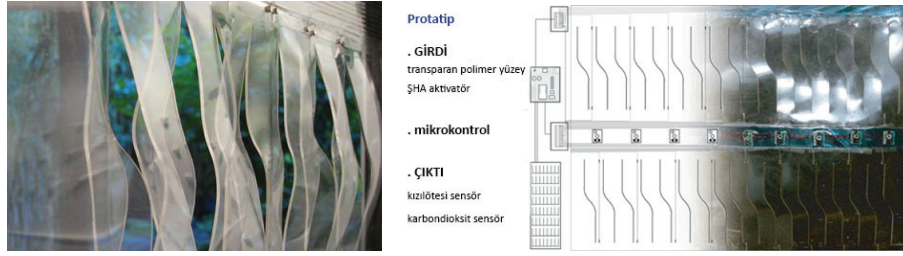
Iconic SKIN, mekânsal modülasyon ve çevresel uyarılara cevap verebilen uyarlanabilir bir kinetik yüzeyin küçük ölçekli prototipidir. Hafif ve kinetik ağ yüzeyi, elektrik akımı altında şeklini değiştiren gömülü ŞHA kafesi etrafında düzenlenir. Tel ağı, kas benzeri hareketler ile yüzey dönüşümlerini kolaylaştırır. Tel ağı etrafında geliştirilen malzeme sisteminin sürekli bileşik yapısı içinde; kalınlığı, rijitliği ve geçirgenliği değişkendir. Uyarıcıların kafes boyunca stratejik yerleşimi ile, yüzey eğilip bükülerek biçim değiştirir (Şekil 8).



Şekil 8. Hareketin hızı, derecesi ve yüzeyin rijitliği ile şeffaflığındaki değişimler [7]

ÖRNEK 5: *Living Glass*

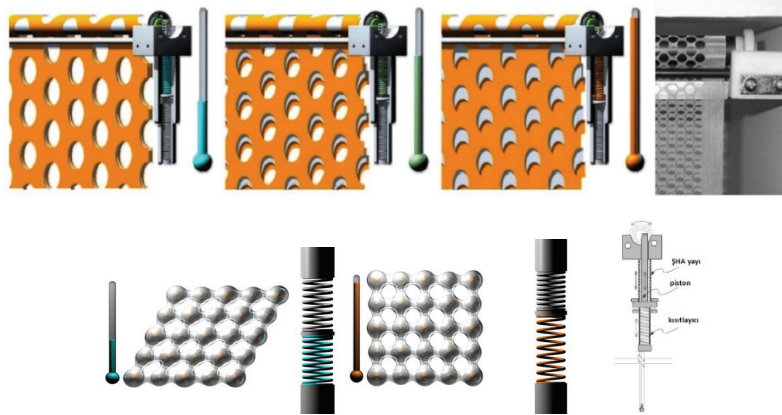
Living Glass projesi, elastik ŞHA'ların hareketi ile iç ortamdaki CO₂ seviyesinin kontrolü amacıyla S. Yang ve D.Benjamin tarafından 2005 yılında geliştirilmiştir. Proje formu solungaçtan ilham alınarak tasarlanmıştır, ŞHA tellerinin arası polimer yüzey ile kaplanmıştır. CO₂ seviyesi arttığında elektrikselsel uyarı ile ŞHA telleri kısalmır ve temiz havanın içeri akmasını sağlayacak yarıklar açılır (Şekil 9); sistem, CO₂ seviyesi dış ortama eşitlendiğinde normal haline getirilir.



Şekil 9. Hafif duyarlı cephe prototipinin çalışma biçimi [8]

ÖRNEK 6: SmartScreen

M.Decker ve P.Yeadon tarafından 2009'da tasarlanan *SmartScreen*, iç hava sıcaklığındaki değişiklikler sonucu otomatik olarak devreye giren bir gölgeleme tasarımıdır. Yenilikçi bir tasarım olan R-Faz ŞHA yayı, yalnızca iç ortam ısısındaki değişiklikler ile etkinleşir, bunun için herhangi bir güç kaynağı gerekli değildir.³ Sistemde hem algılayıcı hem de motor işlevi olan R-Faz ŞHA yayının devrede olduğu sıcaklık aralığı 21-26°C'dir (Khoo ve diğerleri, 2011). Ortam sıcaklığının 21°C'nin altına veya 26°C'nin üstüne çıkması durumunda, R-Faz ŞHA'nın hareketi sınırlayıcılar ile engellenir (Şekil 10).

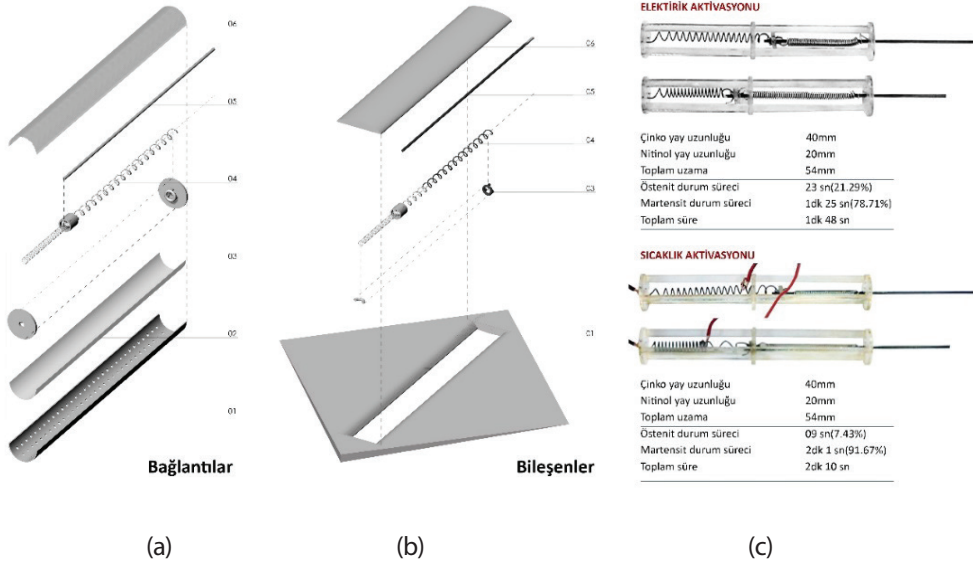


Şekil 10. SmartScreen sisteminde R-Faz ŞHA, sıcaklık değişiminin etkisi ve sınırlayıcılar (Decker ve diğerleri, 2008)

ÖRNEK 7: SELF Adaptive Membrane

Kendinden uyarlamalı *SELF Adaptive Membrane*, 2015 yılında N. Gonzalez ve S.More tarafından, aktif performans ile pasif mimarlık stratejileri arasındaki boşluğu birleştiren, aynı zamanda sürdürülebilir bir geleceği şekillendirmek için geliştirilmiş yeni bir uyarlanabilir sistemdir (Şekil 11). Projenin amacı, mevcut mekanik iklimlendirme sistemlerine ihtiyaç göstermeyen, güneş ışınımına karşı cephe geometrisini değiştirebilen pasif bir sistem geliştirmektir. Sistemde, elektrik ile aktive edilen ŞHA Nitinol, çinko ile birlikte kullanılarak pasif bir kinetik motor sistemi geliştirilmiştir. Çinko yayının dış kuvveti Nitinol'u kısaltır ve genişletir, prototip "*SmartScreen*" projesinden ilham alınarak tasarlanmıştır.

3 % 7 şekil değiştirme düzeyinin mümkün olduğu elektrik ile aktive olan klasik ŞHA'dan farklı olarak, burada şekil değiştirme % 1 ile sınırlıdır.




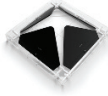

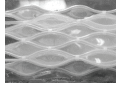


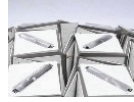
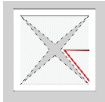
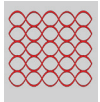





Şekil 11. (a) SELF Adaptive Membrane prototip ve hareket sınırlayıcı bağlantı noktası, (b) 1-havalandırma için delikli boru, 2-yansıtıcı yüzey, 3-yaylar için bağlantı noktaları, 4-Nitinol ve çinko yayları, 5-mobil kol, 6-Doğrusal fresnel lens, (c) Sıcaklık ve elektrik etkisine göre Nitinol ve çinko yayları uzunluk ve uzama süreleri [9][10]

2 cm'lik Nitinol yaylar içeren kinetik 16 Nitinol eklemli dört eklem kümesi eş zamanlı olarak modeli yeniden şekillendirir. Katlanır mozaik geometri içinde eklemler, sadece hacmi genişletmekle kalmaz, aynı zamanda yüzey alanını da genişletir. Sistem; hafif, yükleri eşit şekilde aktaracak ve diğer elemanlara birleşim ihtiyacını en aza indirecek şekilde tasarlanmıştır.

3.2. Prototipler Üzerinden ŞHA İşlev Sınıflandırması

Uyarlanabilir cephelerin ayrıntılı bir sınıflandırma şekli, Loonen ve diğerleri (2015) tarafından yapılmıştır. Bu bölümde Bölüm 3.1'de incelenen öncü uygulamalar çerçevesinde Tablo 2'de bir sınıflandırma yapılmıştır; ŞHA'nın kullanım amacı/amaçları, uygulama şekli ve aktivasyon için kullanılan yöntem bir matris düzeninde incelenmiştir. ŞHA kullanımındaki temel amaç, uyarlanabilir cepheler için güç kaynaklarına olan ihtiyacı azaltmaktır. Smartscreen öncü uygulamasında, ŞHA'nın özgün hareketlerini elektriksiz çalışma koşullarında sağlamak da hedeflenmiştir.

Tablo 2. ŞHA kullanımının amacı, kullanım alanı ve aktivasyon biçimi [(Juaristi ve diğerleri, 2018), (Huang, 1998), (Loonen ve diğerleri, 2015)'den yararlanılarak]

	PixelSkin02	The Air Flower	TUB	Iconic SKiN	Living Glass	SmartScreen	SELF Adaptive Membrn
							
ŞHA Kullanım Amacı							
Termal kontrol	Gölgeleme cihazı		Gölgeleme cihazı				Gölgeleme cihazı
İç ortam kalitesi		Hava akış kapakçıkları			CO ₂ Reaktif hava damperi	Termoreaktif cihaz	
Görsel perform.	Dijital yüzey						
Akustik konfor				Hafif sistem hareketi	Hafif sistem hareketi		Esnek sistem hareketi
Enerji üretimi							
Kullanıcı kontrolü				Kullanıcı aktivasyonu			Elektrik aktivasyonu
ŞHA ile Oluşan Form							
Cephe yüzeyi elemanı							
Birleşim elemanı	(t)*			(t)	(t)		
Aktivatör elemanı							
		(t)	(y)		(y)		(y)
ŞHA Isıtma Yöntemi							
Akım geçerek	-	-	-	+	+	-	+
Harici ısıtma	+	+	+	-	+	-	-
Termal radyasyon	+	+	+	-	-	+	+

*Tel form: (t), Yay form: (y)

4.SONUÇ

Bu çalışmada incelenen konulardan aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

- Uyarlanabilir cephe sistemleri, diğer bir deyişle dinamik cephe uygulamaları, özellikle sıcak iklim bölgelerinde gittikçe önem kazanmaktadır. Küresel ısınmanın da gittikçe artış eğilimi gösterdiği ve fosil yakıta dayalı enerji kaynaklarında tasarruf gerekliliği düşünüldüğünde, söz konusu sistemlerde yenilikçi fikirlere ihtiyaç olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, güç kaynaklarına min. düzeyde ihtiyaç gösteren veya ihtiyaç göstermeyen ŞHA'lar gelecek için önemli bir potansiyel taşımaktadır.
- ŞHA'lar, cepheden kontrollü temiz hava alımından, ışık kontrolü veya değişken formlarda cephe tasarımına kadar farklı alanlarda uygulama potansiyeli taşımaktadır. Bu amaca yönelik olarak ilk mimari prototipler gösteri ölçeğinde olsa da dikkat çekmektedir.
- ŞHA'ların algılama, aktivatör ve kontrol etme işlevleri vardır. Uyarlanabilir cephe sistemi bileşenlerine alternatif olabilecektir.
- Teknolojik gelişmelere bağlı olarak, önümüzdeki yıllarda ŞHA'lar ile birlikte farklı akıllı malzemeler de kullanılarak, binaların enerji verimliliğine önemli katkıların ekonomik biçimde sağlanabileceği öngörülebilir.

KAYNAKÇA

Addington, M., Schodek, D. 2005. "Smart Materials and Technologies for Architecture and Design Professions", *Elsevier Ltd.*, Amsterdam, 241p.

Buehler, W., Wang, F. 1967. "A Summary of Recent Research on the Nitinol Alloys and Their Potential Application in Ocean Engineering", *Ocean Engng. Vol. 1. Pergamon Press 1968*, Great Britain, 105-120

Chang, W.S., Araki, Y. 2016. "Use of Shape-Memory Alloys in Construction: A Critical Review", *ICE Proc. Civil Engineering*, 87-92.

Decker, M., Yeadon, P. 2008. "SmartScreen: Controlling Solar Heat Gain with Shape Memory Systems", *Boston Society of Architects Design Research Grants*.

Fedelich, N. 2016. "Characterization of shape memory alloys by DSC and DMA, Part 1: DSC analysis", *the METTLER TOLEDO Thermal Analysis UserCom 40*.

Fiorito, F., Sauchelli, M., Arroyo, D., Pesenti, M., Imperadori, M., Masera, G., Ranzi, G. 2006. "Shape Morphing Solar Shadings", *Renewable and Sustainable Energy Reviews 55*, 870-872.

Gamal, Y., Mowafy, O. 2018. "Shape Memory Alloy Shading Systems: An Optimization Model", *4th Building Simulation and Optimization Conference*, Cambridge, UK, 488-499.

Huang, W. 1998. "Shape Memory Alloys and their Application to Actuators for Deployable Structures", *University of Cambridge Department of Engineering*, 2-20.

Juaristi, M., Barrio, A.M., Knaack, U., Acebo, T.G. 2018. "Smart and Multifunctional Materials and their possible application in façade systems", *Journal of Facade Design and Engineering*, Vol 6. No 3. (FAÇADE 2018-Adaptive) 19-24.

Jun, H.Y. 2004. "Development Of a Fuel-Powered Compact SMA" Actuator System.

Khoo, C.K., Burry, J.R., Burry, M. 2011. "Soft Responsive Kinetic System: An Elastic Transformable Architectural Skin for Climatic and Visual Control", *Acadia 2011_Proceedings*, 335-337.

Loonen, R.C.G.M., Rico-Martinez, J.M., Favoino, F, Brzezicki, M., Menezo, C., La Ferla, G., Aelenei, L. 2015. "Design for Façade Adaptability- Towards a Unified and Systematic Characterization", *In Proc. 10th Energy Forum- Advanced Building Skins*, Bern, Switzerland, 1274-1284.

Omori, T., Ando, K., Okano, M., Xu, X., Tanaka, Y., Ohnuma, I., Kainuma, R., Ishida, K. 2011. "Superelastic effect in polycrystalline ferrous alloys", *Science* 333(6038), 68-71.

Seo, J., Kim, C.Y., Hu, J.W. 2015. "Pilot Study for Investigating the Cyclic Behavior of Slit Damper Systems with Recentering Shape Memory Alloy (SMA) Bending Bars Used for Seismic Restrainers", *Applied Sciences*, 187-208.

Toptaş, E., Akkuş, N., Genç, G. 2008, "Şekil Hafızalı Alaşımli Telin Elektrik Akımı Altındaki davranışının deneysel incelemesi", *Proc. 12th International Materials Symposium (IMSP'2008), October 15--17, 2008, Denizli, Turkey.*

INTERNET SİTELERİ

[1] <https://www.fzu.cz/en/novinky/scientists-from-the-czech-academy-of-sciences-explore-the-nature-of-the-localized>

[2] <http://transmaterial.net/pixelskin02/>

[3] http://beyond.iaac.net/?page_id=1790

[4] <https://www.youtube.com/watch?v=rWlKe5GWhq8>

[5] <http://www.liftarchitects.com/air-flower/>

[6] <http://tactile-architecture.com/make-material-city-shading-device/>

[7] <https://integrativedesign.org/2012/07/01/skin-soft-kinetic-network/>

[8] <https://inhabitat.com/carbon-dioxide-sensing-living-glass/>

[9] http://www.iaacblog.com/programs/self-adaptive-membrane-_a-passive-kinetic-system/

[10] <http://materiability.com/portfolio/self-adaptive-membrane/>

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

PATTERN RECOGNITION USING NEURAL NETWORKS

Oday Mohammed AHMED, Oğuz BAYAT, Osman Nuri UÇAN
Department of Electrical and Computer Engineering, Altınbas Univirsty, Turkey
od.kcc77@yahoo.com ORCID NO 0000-0001-9291-3330;
oguz.bayat@Altınbas.edu.tr ORCID NO 0000-0001-5988-8882;
osman.uacan@altınbas.edu.tr ORCID NO 0000-0002-4100-0045;

RECEIVED DATE / GELİŞ TARİHİ: 07.05.2019 ACCEPTED DATE / KABUL TARİHİ: 24.12.2019

Abstract

Due to its various applications, such as security systems, medical systems, entertainment, etc., face recognition has also been identified as one of the main research topics. The preferred method of human identification is face recognition: natural, robust and non-intrusive. A wide range of systems require reliable personal identification schemes to either confirm or determine the identity of a requester. The purpose of these schemes is to ensure that only a legitimate user and no one else accesses the rendered services. For example, secure access to buildings, computer systems, laptops, mobile phone and ATMs is included. These systems are vulnerable to an impostor's will in the absence of robust personal recognition systems. This article has developed and shown the human face identification system using artificial neural networks, which reflects that the face recognition rate for 40 individuals shows results for 400 frames in the AT&T database at 85.5 percent.

Keywords— Pattern recognition, Neural network, Kohonen, Self-Organized map, Classification

SİNİR AĞLARI İLE DESEN TANIMA

Özet

Güvenlik sistemleri, tıbbi sistemler, eğlence vb. Çeşitli uygulamaları nedeniyle yüz tanıma da ana araştırma konularından biri olarak tanımlanmıştır. Tercih edilen insan tanımlama yöntemi yüz tanıma yöntemidir: doğal, sağlam ve müdahaleci olmayan. Çok çeşitli sistemler, talep edenin kimliğini onaylamak veya belirlemek için güvenilir kişisel tanımlama şemaları gerektirir. Bu programların amacı, yalnızca meşru bir kullanıcının ve başka hiç kimsenin sunulan hizmetlere erişmemesini sağlamaktır. Örneğin, binalara, bilgisayar sistemlerine, dizüstü bilgisayarlara, cep telefonuna ve ATM'lere güvenli erişim dahildir. Bu sistemler, sağlam kişisel tanıma sistemleri yokluğunda bir sahtekârın iradesine karşı savunmasızdır. Bu makale, yapay sinir ağları kullanan insan yüz tanıma sistemini geliştirdi ve gösterdi; bu, 40 birey için yüz tanıma oranının, AT&T veritabanında yüzde 85,5 ile 400 kare için sonuç gösterdiğini gösteriyor.

Anahtar kelimeler — Desen tanıma, Sinir ağı, Kohonen, Öz-Organize harita, Sınıflandırma

I. Introduction

Face recognition has the advantage of being a passive, non-intrusive identity checking system. Many supervised and unattended techniques for face recognition have been reported. Several facial recognition algorithms were used which can be widely split into two approaches: structure-based (appearance-based) and statistical (feature-based). The facial recognition has been carried out using three different technologies—PCA, ICA and SOM (Kohonen, 1990 and Germano, 1999). Karhunen-Loeve's Transformation derived the Principal Component Analysis (PCA) (Kumar et al., 2005). Given the s -dimensional representation of every facet in a photography set, PCA tends to find a t -dimensional subspace whose basis vectors are in the original photo space the maximum direction of variance. Normally, this new subspace is smaller. If image elements are regarded as random variables, the PCA basis vectors are defined as the scatter matrix's own vectors. Independent component analysis (ICA) (Kumar et al., 2005) minimizes dependence on input data both in second-order and higher-order and tries to find a basis for statistical independence (where projected).

ICA's two ICA Architectures—statistically independent base images and factorial code represented by Architecture II—were supplied by Bartlett et al. Facial analytics using SOM provide better results than those presented in this paper, PCA and ICA techniques. SOM is an uncontrolled process of learning which preserves topology.

Basically there are two types of modes (Zurada, 1992):

- **Supervised:** The desired system response is provided by the teacher during supervised learning at every point when the input is used. In many situations of natural learning, this persistent mode is used. This learning mode requires a set of inputs and putting patterns called a training set.
- **Unsupervised:** Uncontrolled study algorithms use patterns that are typically redundant raw data without labels of membership. The network needs to identify any possible patterns, regulations, separating properties, etc. in this way of learning. When this is discovered, the network undergoes parameter modifications, which are called autonomy. Sometimes unattended learning is referred to as teacher-free learning. We use the non-controlled learning algorithm based on the neural network called the self-organizing map.

II. FACIAL ANALYTICS

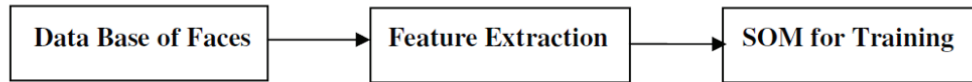
Persons are often recognized through their faces and similar recognition has now arisen automatically with the recent computer technology. Initial algorithms of face recognition used simple geometric models but process of recognition was matured into a science of sophisticated mathematical depiction and correspondence.

Algorithms for recognition can be split into two major approaches,

- Geometric that looks at characteristics,
- The Photometric approach distils an image into values and compares the values with templates in order to eliminate differences. For our facial analysis, we use photometric approach.

Our project's basic block diagram is illustrated in Figure 1.

A. Training



B. Mapping



Figure 1. Face Recognition

1. Training

Data Base of Faces: Each of 40 distinct persons contains ten different images. For certain people, the images were taken at various times, with different lights, face expressions (open / closed eyes, smiling / not smiling) and face details (glasses / no glasses). All pictures are taken in an upright frontal position against a dark homogeneous background (with tolerance for certain side motion). The PGM files are available.

Feature Extraction: Feature removal is a special form of reduction of dimensionality. When the data entry into an algorithm is too large to process and it is notoriously redundant (many data, but not many information), the data entering the algorithm will be turned into a reduced range of features (also called vector characteristics). The input data is transformed into a feature set. Functional extraction is called. The features set are expected to extract the pertinent data from the input data in order to perform the desired task using this reduced image instead of the full size input.

Training of SOM: Input and target vectors are part of the recognition process. No target vector is needed for SOM training. A SOM can classify training data without external monitoring, which leads to the formation of various Clusters or Classes. There are different topologies of clusters like grid, hex and random. We use hex topology in our project as it covers the maximum area of the neurons being trained.

2. Mapping

Trained SOM: The input image mapping is carried out using trained database clusters. The application of the Euclidean Distance formula is the result of this match.

Recognized Faces: The result of this process is the best match determined with the Euclidean distance formula. The actual recognized facial image is the minimum distance between an image input and the classifier or cluster.

III. PATTERN RECOGNITION

Face recognition is one of the few biometric methods with high precision and low intrusively. The recognition of patterns is one of the key steps in image processing. The first step in the pattern recognition is to select a number of features or attributes that are used to classify the pattern from a universe of available features.

The original pattern must then be converted into a display that can be programmatically manipulated. Following the processing of data to eliminate noise, functions in the data are searched which are defined as relevant to pattern matching. Data are classified at the classification stage based on similarity measurements with other patterns. The process of pattern recognition ends when the data is given a label based on its class membership.

We have a database of images stored in the system in the face recognition system. Whenever a new image is obtained, it is compared with the already saved image database in the system. We first experimented with our students' database.

- Training uses input examples to build the map. It is also known as vector quantization as a competitive process.
- Mapping classifies a new vector automatically.

IV. SELF-ORGANIZED KOHENEN ALGORITHM

Teuvo Kohonen's (1990) self-organizing map, or SOM, is an unattended learning process which learns how patterns are distributed without class information. Kohonen's Self-Organizing Maps (SOM) (Lawrence, 1997) has been used in a broad range of models as a neural unchecked learning algorithm. Using SOM in face recognition applications as a feature extraction method is a promising approach as learning is not monitored, and no pre-classified image data are needed. The final classification procedure can be fairly simple in highly compressed representations of face pictures or their parts, with a small number of labeled training samples. The SOM is different from most classification and/or grouping techniques because it offers the classes topologically (Kohonen, 1982). The process output retains similarity in input patterns. The topological preservation of the SOM process makes the classification of data, which comprises a large number of classes, particularly useful.

The algorithm used for our Facial Analytics project consists of following steps:

- Step 1 – START.
- Step 2 – Initialize the Map for Clustering.
- Step 3 – Set $t = 0$ and Repeat the following steps until $t < e$,
where t is the iteration rate and e is the error rate,
- Step 4 – Get the Best Matching Unit.
- Step 5 – Scale Neighbours
- Step 6 – Increase t by small amount.
- Step 7 – END.

- Initializing

The weight vectors are initialized in a number of ways. The first is to give random values for its data between 0 and every weight vector as illustrated in Figure 3.

1. There are fewer iterations needed to create a good map and the analysis can be saved some time.
2. Best Matching Unit

This is a very easy step, just cross all weight vectors and calculate the distance between each weight and the selected sample vector. The winner is the weight of the shortest distance. If more than one is on the same distance, the winning weight is randomly chosen among the shortest weights. The distance is determined by a number of mathematical means.

1. Scale Neighbours

In fact, the adjoining weights can be scaled in two parts: which weights are considered neighbouring and how much each weight may more closely resemble the sample vector. The second part of the neighbour's scaling is learning. The weight of the winners is more like a sample vector rewarded. The neighbours become more like the vector of the sample. A characteristic of this learning process is that the farther the neighbour is away from the winner, the less he learns. The rate at which the weight can learn diminishes and can be determined as much as you wish. So once a weight is determined, the winner is found, and each person is found.

V. EXPERIMENTAL DATASET AND OBSERVATIONS

In our face recognition experiments, we have used the AT&T database (AT&T Laboratories Cambridge). With almost 400 images, we experimented here with 40 people variations. As shown in Figure 2, a preview picture of the Faces database is shown.



Figure 2. AT&T sample

Table 1 shows the experimental observations of data sets experiments as follows:

Table 1. Experimental Observations

Criteria	Values
Training images	30
Testing images	370
Learning coefficient	0.01
Iterations	50
Recognition Rate	85.5%

VI. Conclusions

In order to make the face matching in large databases, a novel self-organized retrieval system (SOM) is being suggested. The system offers a small subset of faces most similar to a certain query face from which users can easily check the images they correspond to. The system architecture includes two main elements. First, the system generally integrates multiple functional sets using several self-organizing maps. Secondly, a SOM is trained by the compressed feature vector to organize all face images in a database. The organized map can be used to efficiently identify similar faces to a query. SOM is a Face Recognition algorithm based on statistics.

An improved SOM method is suggested in this paper. For 40 persons' 400 AT&T database images, the highest average recognition rate of 85% is achieved, which takes place on only 30 images and is tested on other images. The proposed method is therefore an efficient process of face recognition.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

References

Albawi, S., O. Bayat, S. Al-Azawi and O.N. Ucan, 2018. Social Touch Gesture Recognition Using Convolutional Neural Network. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2018, 6973103.

AT&T Laboratories Cambridge, The database of faces, Available in <http://www.cl.cam.ac.uk/research/dtg/attarchive/facesataglace.html>.

Germano, T., 1999. Self-Organizing Maps. Available in <http://davis.wpi.edu/~matt/courses/soms/>.

Jamil, N., S. Lqbal and N. Iqbal, 2001. Face Recognition using Neural Networks. *Proceedings. IEEE International Multi Topic Conference, 2001. IEEE INMIC 2001. Technology for the 21st Century, Lahore.*

Kohonen, T., 1982. Self-Organizing formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics*, 43, 59-69.

Kohonen, T., 1990. Self-Organizing Map. *Proceedings of the IEEE*, 78(9), 1464-1480.

Kumar, D., C.S. Rai and S. Kumar, 2005. Face Recognition using Self-Organizing Map and Principal Component Analysis, 2005 International Conference on Neural Networks and Brain, Beijing.

Kumar, D., C.S. Rai and S. Kumar, 2008. Dimensionality Reduction using SOM based on Technique for Face Recognition. *Journal of Multimedia*, 3(1).

Lawrence, S., C.L. Giles, A.C. Tsoi and A.D. Back, 1997. Face Recognition: Convolutional Neural Network Approach. *IEEE Transactions on Neural Networks*, 8(1), 98-113.

Mohammed, T.A., A. Alazzawi, O.N. Uçan and O. Bayat, 2018. Neural Network Behavior Analysis Based on Transfer Functions MLP & RB in Face Recognition. *Proceedings of the First International Conference on Data Science, E-learning and Information Systems*, New York, 2018, 15:1–15:6.

Zurada, J.M. 1992. *Introduction to Artificial Neural Systems*. Jaico Books, Mumbai.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

BETONARME YAPILARIN ÇELİK ÇAPRAZ ELEMANLAR İLE GÜÇLENDİRİLMESİ

Sepanta NAIMİ
İstanbul Aydın Üniversitesi
sepantanaimi@aydin.edu.tr ORCID: 0000-0001-8641-7090

Semih KAYA
İstanbul Aydın Üniversitesi
semihky04@gmail.com ORCID: 0000-0003-0196-6336

GELİŞ TARİHİ / RECEIVED DATE: 23.09.2019 KABUL TARİHİ / ACCEPTED DATE: 04.10.2019

ÖZET

İçinde bulunduğumuz coğrafya aktif fay hatlarının bulunduğu bir deprem bölgesidir. Yakın geçmişimize bakıldığında yaşanan depremlerde, mevcut yapıların deprem performansının ne derecede zayıf olduğu ve bu depremler sonucunda çok sayıda can kaybı ve büyük oranda maddi zararlar meydana gelmiştir. Bu depremler sonucu mevcut yapıların büyük bir kısmında; projelendirme aşamasında, malzeme seçiminde ve uygulama aşamasında eksikliklerin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu durum sonucunda mevcut yapılar üzerinde performans değerlendirme çalışmaları, yürütülen bu çalışmalar doğrultusunda deprem yönetmeliğinin güncelleştirilmesine ihtiyaç duyulmuştur.

Yapıları depreme karşı güvenli hale getirmek için çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmada TBDY 2018 deprem yönetmeliğine uygun ve doğrusal hesap yöntemlerinden; eşdeğer deprem yükü yöntemi ile modal analiz yöntemi ile hesaplar yapılmıştır.

Güçlendirme safhasında kullanılması gereken yapıları, fonksiyonlarını engellemeden güçlendirmek için kullanımı giderek yaygınlaşan bir anlayışla çelik çaprazlar kullanılmaktadır.

Çalışmada kullanılan çelik çaprazlar ile yapının kullanım amacı ve mimari özelliklerini en az etkileyecek şekilde yürütülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Betonarme perde, çelik çapraz, doğrusal analiz, güçlendirme.

REINFORCEMENT OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES WITH STEEL CROSS MEMBERS

ABSTRACT

Turkey is an earthquake country that is located on the land of active fault lines. Consisted earthquakes in recent years, demonstrates how poor earthquake performance and resistance of existing structures occurred. These disasters caused numerous loss of lives and substantial material damages. In large part of demolished buildings, it can be observed major deficiencies on; the stage of project planning, materials selection and

the implementation phase. This circumstance, led to concentrate the evaluation studies with respect to structure's performance. On the other hand, ongoing researches has required to renew earthquake regulations. Several studies are performed in order that structures are able to make consolidated. For this purpose, calculations are made with the aid of modal analysis and the method of equivalent earthquake load which is one of the linear calculation methods.

Steel Cross members used in this study are carried out in such a way to minimize the impacts on architectural features and the aim of structure's utilization. Steel crosses are widely used in order to strength structures without blocking functions and buildings on the stage of reinforcement.

Keywords: Reinforced concrete shearwall, steel cross, linear analysis, reinforcement.

1. GİRİŞ

Ülkemiz coğrafi konumu sebebi ile deprem kuşağında kalmakla beraber ağır, yıkıcı ve telafisi zor depremler yaşamış ve yaşanması mümkün ihtimaller ile karşı karşıya kalmıştır. Yapıların deprem davranışlarının iyileştirilmesi ve depremden sonra dayanımlarının artırılması deprem mühendisliğinin önemli konuları arasındadır. Fakat güçlendirme uygulamalarının nasıl yapıldığı ve olası bir deprem esnasında nasıl bir performans sergileyeceği konusunda endişeler vardır (Olbak ve Naimi,2016; Altay vd., 2002; Canbay vd.,2008) .

Betonarme perdelerin deprem etkisi ile davranışı, çeşitli parametrelere bağlıdır. Bunlar yapının bulunduğu zeminin özelliklerine, yapının ağırlığına, taşıyıcı sistemlerin boyutuna ve mimari özelliklerine bağlıdır. Bu parametreler yapının hasar görme oranını önemli bir oranda etkilemektedir(Wang vd., 2001; Naimi and Celikag, 2010; Celikag and Naimi, 2011).

Betonarme perdelerin temel görevi, tersinir deprem yükleri altında yapının yatay ötelenme rijitliğini artırarak, katlar arasında yatay ötelenmeleri sınırlandırmaktır. Yangın ve deprem yüküne maruz kalan betonarme yapıların güçlendirilmesi, çelik yapılara göre daha zordur aynı zamanda daha maliyetlidir (Öztürk, 2005; Celep ve Kumbasar, 2005; Naci vd.,2014).

Bu çalışmada betonarme yapıların güçlendirilmesinde, betonarme perde ile aynı kapasiteyi sağlayacak olan çelik çaprazlar kullanılarak değerlendirilmeler yapılmıştır (Kulak, 2013). Güçlendirme safhasında kullanılması gereken yapıları, fonksiyonlarını engellemeden güçlendirmek için kullanımı giderek yaygınlaşan bir anlayışla çelik çaprazlar kullanılmaktadır. Bu amaçla aynı planlara sahip sekiz, on ve on iki katlı betonarme yapıların çelik çaprazlar ile doğrusal analizler ile tasarlanıp yapının kat ötelenmeleri ve taşıyıcı sistemi oluşturan elemanlardaki değişiklikler belirlemiştir (Özer, 2007; Tansel, 2010).

1.1 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmanın amacı 2018 deprem yönetmeliği ve TS500 yönetmeliğine uygun bir şekilde tasarlanmış, kullanım açısından büyük önen arz eden sekiz, on ve oniki katlı konut yapılarının yine ilgili yönetmeliğe uygun doğrusal analiz yöntemlerinden, Eşdeğer deprem yükü analizi ve modal analiz yöntemleri ile betonarme yapının çelik çapraz elemanlar ile güçlendirilmesi ve elde edilen sayısal verilerin karşılaştırılıp yorumlanması amaçlanmıştır.

Bu amaçla ülkemizde çoğunlukla mevcut olan yükseklikteki betonarme binaların bir kısmını temsil etmek üzere, uygulama kusurlarında kaynaklı ve kullanılan malzemelerin yetersizliğinden oluşan perdeli/çerçevesiz binalar için doğrusal hesap yöntemlerinden eşdeğer deprem yükü ve modal hesap yöntemi ile sonuçları değerlendirilmiş ve ters v dış merkezli çelik çapraz kullanılarak yorumlanmıştır.

2. Malzeme Özellikleri

2.1 Betonarme Malzeme Modelleri

Betonarme yapı elemanlarının davranışı, elemana ait kesit davranışı, kesitte kullanılan malzeme, kesitin geometrisi ve kesite etki eden yüklemelere bağlıdır. Betonarme bir yapıyı oluşturan kesitlerde donatı çeliği ve beton malzemesi farklı davranış özelliklerine sahiptir. Donatı çeliğinin davranışının elasto-plastik olduğu ve çekme ile basınç gerilmeleri altındaki davranışlarının özdeş olduğu varsayılır. Beton ise doğrusal olmayan bir davranışa sahip olup çekme ve basınç gerilmeleri altında farklı deformasyon özelliklerine sahiptir.

Betonarme Betonu:

<u>Üst Yapıda</u>	: C35/45
• Karakteristik silindirik basınç dayanımı	: $f_{ck,cyl} = 35 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Karakteristik küp basınç dayanımı	: $f_{ck,cube} = 45 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Karakteristik çekme dayanımı	: $f_{ctk} = 2.1 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Betonun birim hacim ağırlığı	: $\gamma_s = 25.0 \text{ kN/m}^3$
• Betonun elastisite modülü	: $E_c = 33000 \text{ Mpa(N/mm}^2\text{)}$
<u>Temelde</u>	: C30/37
• Karakteristik silindirik basınç dayanımı	: $f_{ck,cyl} = 30 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Karakteristik küp basınç dayanımı	: $f_{ck,cube} = 37 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Karakteristik çekme dayanımı	: $f_{ctk} = 1.9 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Betonun birim hacim ağırlığı	: $\gamma_s = 25.0 \text{ kN/m}^3$
• Betonun elastisite modülü	: $E_c = 32000 \text{ Mpa(N/mm}^2\text{)}$

Betonarme Demiri:

• Donatı Çeliği	:B420C (TS708-2018)
• Minimum akma dayanımı	: $f_{yk} = 420 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Minimum kopma dayanımı	: $f_{su} = 575 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Çeliğin birim hacim ağırlığı	: $\gamma_s = 78.5 \text{ kN/m}^3$
• Donatı çeliğinin elastisite modülü	: $E_s = 200000 \text{ Mpa (N/mm}^2\text{)}$
• Termal genleşme katsayısı	: $\alpha_s = 0.000012$
• Minimum kopma uzaması	: $\epsilon_{su} = \%12$

Betonarme Elemanlarda Paspayları

Betonarme elemanların donatı detaylarında kullanılacak temiz pas payları;

- Kolonlarda ve kirişlerde : 40mm
- Perdelerde, Toprakla temas eden yüzeylerde : 40mm
- Toprakla temas etmeyen yüzeylerde : 35mm
- Döşemelerde : 25 mm
- Temelde, Toprakla temas eden yüzeylerde : 75mm
- Toprakla temas etmeyen yüzeylerde : 50mm

2.2 Yapı Malzemesi Olarak Çelik

Düşük karbon miktarına sahip olan yapı çeliğinin işleme ve kullanım açısından en önemli özellikleri; mukavemet, süneklik, işlenebilme özelliği ve korozyona dayanımı olarak belirtilebilir. Yapı çeliğinin en önemli ve bütün çelik sınıfları için geçerli olan özelliği mekanik özellikleridir. Çelik türlerine göre değişim gösteren bu özellikler, akma sınırı, çekme dayanımı, uzama, büzülme ve sertliktir.

Çalışmada kullanılan yapı çeliği sınıfı st235 malzemesi kullanılmıştır. Sekiz, on ve on iki katlı binaların güçlendirmede kullanılan çelik profilleri ise sırası ile HEB140, HEB160 ve HEB180 profilleri kullanılmıştır.

3.Zemin ve Deprem Parametreleri

Bir yapıyı tasarlarken amaç yapı yüklerinin güvenli bir şekilde zemine iletilmesidir, ama yapının yüklerini zemine iletmekle beraber zeminin bu yükleri taşıyıp taşıyamadığı gibi durumların da incelenmesi gerekiyor. Bu incelemeleri yapmak için lazım olan zemin parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Zemin Parametreleri

Yerel Zemin Sınıfı	: ZD
Harita Spektral ivme Katsayıları	: $S_s=0.7935 g / S_1=0.2171$
Tasarım Spektral ivme Katsayıları	: $S_{ds}=0.938g / S_{d1}=0.47g$
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $P_{GA} = 0.33$
Zemin emniyetli taşıma gücü	:100 kN/m ²
Düşey Yataklanma Katsayısı	:10000 kN/m ³

Deprem Parametreleri

Tasarım Depremi	:DD2
Yerel Zemin Sınıfı	:ZD

Harita Spektral ivme Katsayıları	: $S_s=0.8584g/ S_1=0.242$
Tasarım Spektral ivme Katsayıları	: $S_d=1.03g / S_d1=0.363g$
Etkin Yer İvmesi Katsayısı	: $PGA = 0.355$
I (Bina Önem Katsayısı)	: $I=1$
BKS(Bina Kullanım Sınıfı)	: 3
Spektrum Karakteristik Periyodu	: $(T_A)0.0705s$
Spektrum Karakteristik Periyodu	: $(T_B)0.3524s$
Üstyapı Taşıyıcı Sistem Davranış Katsayısı ($R_{x,y}$)	: 4
BYS (Bina Yükseklik Sınıfı)	: 4
Hareketli Yük Katılım Katsayısı (n)	
konut,otopark	: 0.3
mağaza, dükkan	: 0.6
depo	: 0.8

4.Tasarım Kapsamında Kullanılacak Hesap Yöntemleri

Tasarım kapsamında kullanılacak hesap yöntemleri, eşdeğer deprem yükü yöntemi ile modal hesap yöntemlerinin etabs programı kullanılarak tasarım yapılmıştır.

4.1 Eşdeğer Deprem Yükü Yöntemi ile Doğrusal Deprem Hesabı

Birbirine dik (x) ve (y) yönlerinden yapıya etki eden deprem yükleri için ayrı ayrı hesaplanır. Şekil4.1 ve Şekil 4.2'de gösterildiği gibi toplam eşdeğer deprem yükü (Taban Kesme Kuvveti) x-yönü ve y-yönü için Excel programı yardımı ile hesaplanmıştır.

$$V_{tE}^{(x)} = m_r S_{aR} (T_p^{(x)}) \geq 0.04 m_r I S_{DS} g \quad (1)$$

$$S_{ac}(T) = \left(0.4 + 0.6 \frac{T}{T_A} \right) S_{DS} \quad (0 \leq T \leq T_A) \quad (2)$$

$$S_{ac}(T) = S_{DS} \quad (T_A \leq T \leq T_B) \quad (3)$$

$$S_{ac}(T) = \frac{S_{D1}}{T} \quad (T_B \leq T \leq T_L) \quad (4)$$

$$S_{ac}(T) = \frac{S_{D1} T_L}{T^2} \quad (T_L \leq T) \quad (5)$$

$$S_{aR}(T_p^{(x)}) \geq \frac{S_{aE}(T)}{R_a(T)} \quad (6)$$

X YÖNÜ			YYÖNÜ		
Bina Periyodu	Tx	0.576	Bina Periyodu	Ty	0.947
SYB Geçiş periyodu	T _L	6	SYB Geçiş periyodu	T _L	6
Üst yapı sistem davranışı	R	4	Üst yapı sistem davranışı	R	4
Bina Önem Katsayısı	I	1	Bina Önem Katsayısı	I	1
Bina ağırlığı(kN)	W	95367.5	Bina ağırlığı(kN)	W	95367.5
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5	Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5
Spektrum karak. Periyodu	TA	0.0704854	Spektrum karak. Periyodu	TA	0.0704854
Spektrum karak. Periyodu	TB	0.3524272	Spektrum karak. Periyodu	TB	0.3524272
	Ra(T)	4		Ra(T)	4
	Sae	0.6302083		Sae	0.3833157
Tasarım Spektral ivme k.	Sd1	0.363	Tasarım Spektral ivme k.	Sd1	0.363
Tasarım Spektral ivme k.	Sds	1.03	Tasarım Spektral ivme k.	Sds	1.03
Ampirik Katsayı	Y _E	0.9	Ampirik Katsayı	Y _E	0.9
Taban Kesme kuvveti(kN)	V=C _s x W	13522.813	Taban Kesme kuvveti(kN)	V=C _s x W	8225.0692

Şekil 4.1 12 Katlı Betonarme Bina X ve Y Yönü Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Taban Kesme Kuvveti

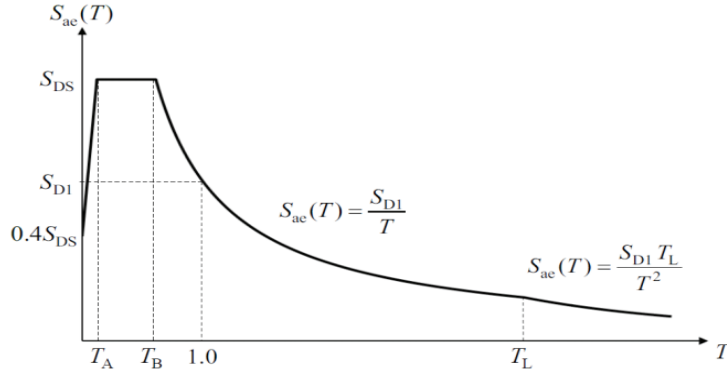
X YÖNÜ			YYÖNÜ		
Bina Periyodu	Tx	0.578	Bina Periyodu	Ty	0.98
SYB Geçiş periyodu	T _L	6	SYB Geçiş periyodu	T _L	6
Üst yapı sistem davranışı	R	4	Üst yapı sistem davranışı	R	4
Bina Önem Katsayısı	I	1	Bina Önem Katsayısı	I	1
Bina ağırlığı(kN)	W	91244.9	Bina ağırlığı(kN)	W	91244.9
Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5	Dayanım Fazlalığı Katsayısı	D	2.5
Spektrum karak. Periyodu	TA	0.0704854	Spektrum karak. Periyodu	TA	0.0704854
Spektrum karak. Periyodu	TB	0.3524272	Spektrum karak. Periyodu	TB	0.3524272
	Ra(T)	4		Ra(T)	4
	Sae	0.6280277		Sae	0.3704082
Tasarım Spektral ivme k.	Sd1	0.363	Tasarım Spektral ivme k.	Sd1	0.363
Tasarım Spektral ivme k.	Sds	1.03	Tasarım Spektral ivme k.	Sds	1.03
Ampirik Katsayı	Y _E	0.9	Ampirik Katsayı	Y _E	0.9
Taban Kesme kuvveti(kN)	V=C _s x W	12893.473	Taban Kesme kuvveti(kN)	V=C _s x W	7604.5176

Şekil 4.2 12 Katlı Çelik Çaprazlı Bina X ve Y Yönü Eşdeğer Deprem Yüküne Göre Taban Kesme Kuvveti

4.2 Mod Birleştirme Yöntemi ile Deprem Hesabı

Mod birleştirme yönteminde, verilen bir deprem doğrultusunda deprem tasarım spektrumundan yararlanılarak alınan her bir titreşim modunda davranış büyüklüklerinin en büyük değerleri modal hesap yöntemi ile hesaplanır, (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5).

Yapıya etki edecek deprem yükü hesabı çok modlu spektral analiz yöntemi (Mod Birleştirme Yöntemi) ve etabs analiz programı kullanılarak belirlenmiştir. Spektral ivme katsayıları için Şekil 4.3’de verilen spektral ivme – periyod eğrisi kullanılmıştır.



Şekil 4.3 Spektral İvme – Periyod Eğrisi

SPECTX, SPECTY: Mod birleştirme yöntemi ile hesaplanmış ve eşdeğer deprem kuvvetine dengelenmiş deprem kuvveti.

Etabsa girilecek scale factor değeri.

$$S_c = \frac{9.81}{R} \times I$$

(etabsa girilecek scale factor değeri.=9.81x1/4=2,4525)

Çizelge 4.1 12 Katlı Betonarme Binada Mod Birleştirme Yöntemi ile Hesaplanmış Deprem Kuvveti

TABLE: Base Reactions						
Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
SPECTX Max	13453.156	993.2918	1.567E-06	7432.696	290541.17	120743.22
SPECTXP Max	13453.156	993.2918	1.581E-06	7435.6207	290567.25	130890.35
SPECTXN Max	13453.156	993.2918	1.581E-06	7435.6207	290567.25	130890.35
SPECTY Max	600.1906	8354.217	7.696E-07	152731.76	4950.7738	115481.89
SPECTYP Max	600.1907	8354.217	7.801E-07	152734.06	4971.0482	123627.16
SPECTYN Max	600.1907	8354.217	7.801E-07	152734.06	4971.0482	123627.16

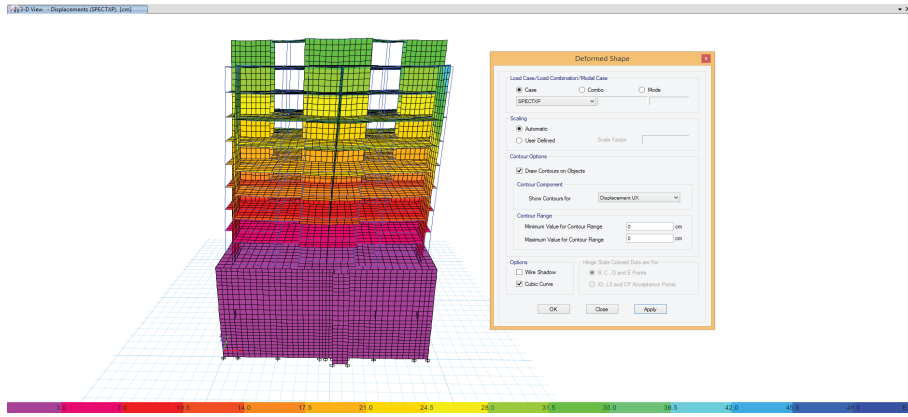
Çizelge 4.2 12 Katlı Çelik Çaprazlı Binada Mod Birleştirme Yöntemi ile Hesaplanmış Deprem Kuvveti

TABLE: Base Reactions						
Load Case/Combo	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
	kN	kN	kN	kN-m	kN-m	kN-m
SPECTX Max	12911.569	878.6221	0.0009	7872.8828	282915.27	106833.56
SPECTXP Max	12911.569	878.6221	0.001	7876.5998	282949.21	117757.79
SPECTXN Max	12911.569	878.6221	0.001	7876.5998	282949.21	117757.79
SPECTY Max	538.7507	7742.616	0.0007	138596.58	4761.7301	108046.04
SPECTYP Max	538.7507	7742.616	0.0008	138599.33	4786.4184	116483.31
SPECTYN Max	538.7507	7742.616	0.0008	138599.33	4786.4184	116483.31

5. Ötelenmelerin Kontrolü

Deprem kuvvetleri altında oluşan kat ötelenmeleri aşağıda verilmiştir. Ötelenmeler TBDY2018'e göre sınırlar içinde kalmaktadır. Sınır şart değeri; Gevrek malzemeden yapılmış boşluklu veya boşluksuz dolgu duvarlarının ve cephe elemanlarının çerçeve elemanlarına, aralarında herhangi bir esnek derz veya bağlantı olmaksızın, tamamen bitişik olması durumu tercih edilmiştir.

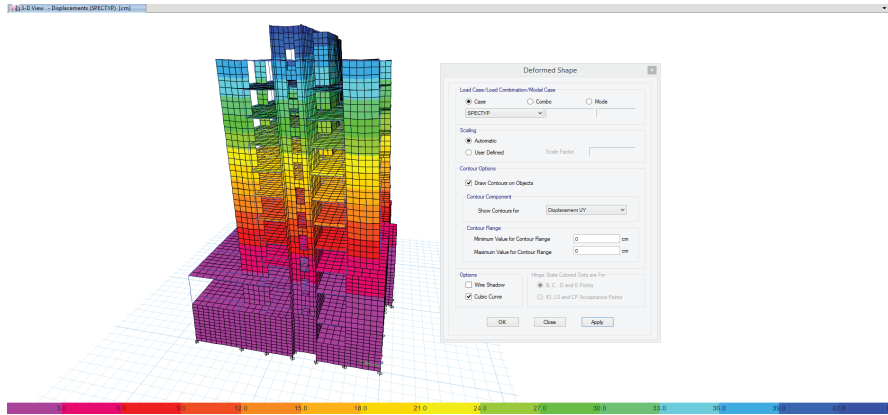
$$\delta(x) = \frac{R}{I} \Delta_i(x) \quad \text{ve} \quad \lambda \frac{\delta_{\text{imax}}(x)}{h_I} \leq 0,008k \quad (7.)$$



Şekil 5.1 12 Katlı Betonarme Bina X Yönü Deplasman Deformasyon Görüntüsü

Denk.7'e göre x yönü görel kat ötelenmesi;

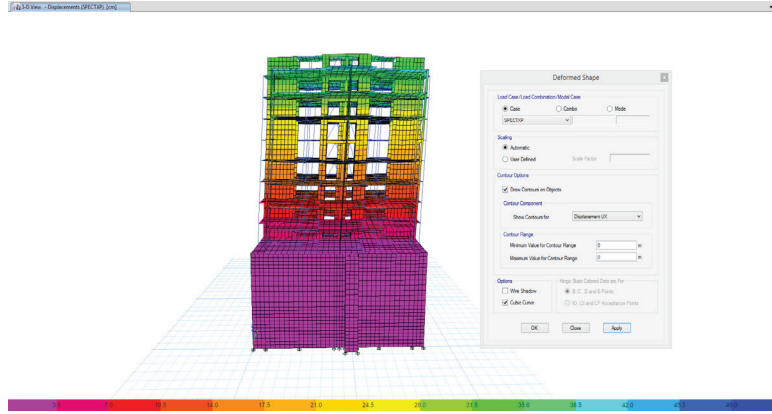
$$(0.402 \times 4.220 \text{ mm} \times 4) / 3000 \text{ mm} = 0.00226192 \leq 0.008 \quad \checkmark$$



Şekil 5.2 12 Katlı Betonarme Bina Y Yönü Deplasman Deformasyon Görüntüsü

Denk.7'e göre y yönü görelî kat ötelenmesi;

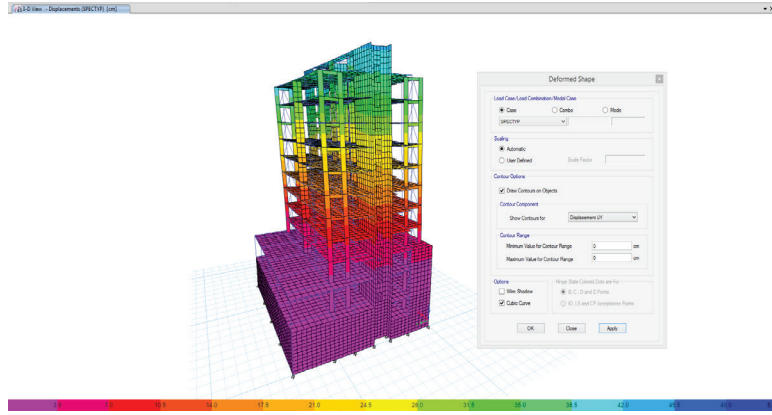
$$(0.402 \times 4.200 \text{ mm} \times 4) / 3000 \text{ mm} = 0.0022512 \leq 0.008 \sqrt{}$$



Şekil 5.3 12 Katlı Çelik Çaprazlı Bina X Yönü Deplasman Deformasyon Görüntüsü

Denk.7'e göre x yönü görelî kat ötelenmesi;

$$(0.402 \times 4.19 \text{ mm} \times 4) / 3000 \text{ mm} = 0.00224584 \leq 0.008 \sqrt{}$$



Şekil 5.4 12 Katlı Çelik Çaprazlı Bina Y Yönü Deplasman Deformasyon Görüntüsü

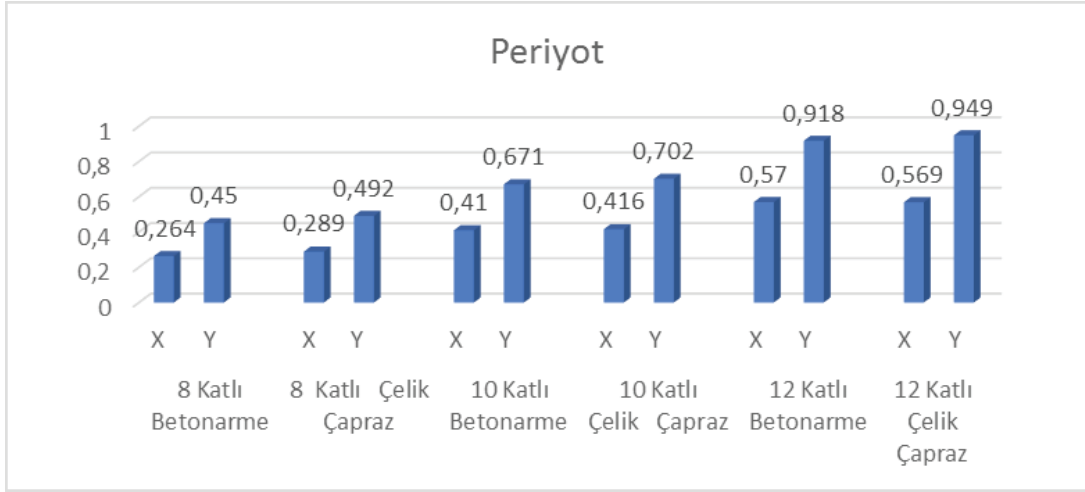
Denk.7'e göre y yönü görelî kat ötelenmesi;

$$(0.402 \times 4.09 \text{ mm} \times 4) / 3000 \text{ mm} = 0.00219224 \leq 0.008 \sqrt{}$$

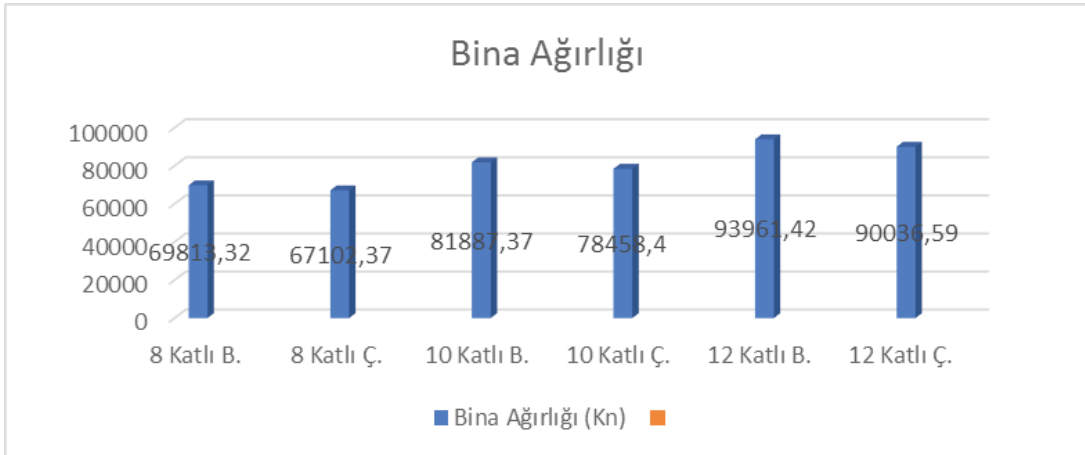
Şekil 5.1 ve şekil 5.2' te sırası ile x yönü ve y yönünde on iki katlı betonarme yapının deplasmanları gösterilmektedir. TBDY2018 deprem yönetmeliğinin belirlediği denk.7' de belirtilen denklem uygun olarak görelî kat ötelenmeleri hesaplanmış sınır değere göre kontroller yapılmıştır. Aynı şekilde şekil 5.3 ve

şekil 5.4'te belirtildiği gibi on iki katlı çelik çaprazlı yapıya ait deplasmanlara göre görelî kat ötelenmeleri hesaplanmış ve denk.7' uygunluğu belirtilmiştir.

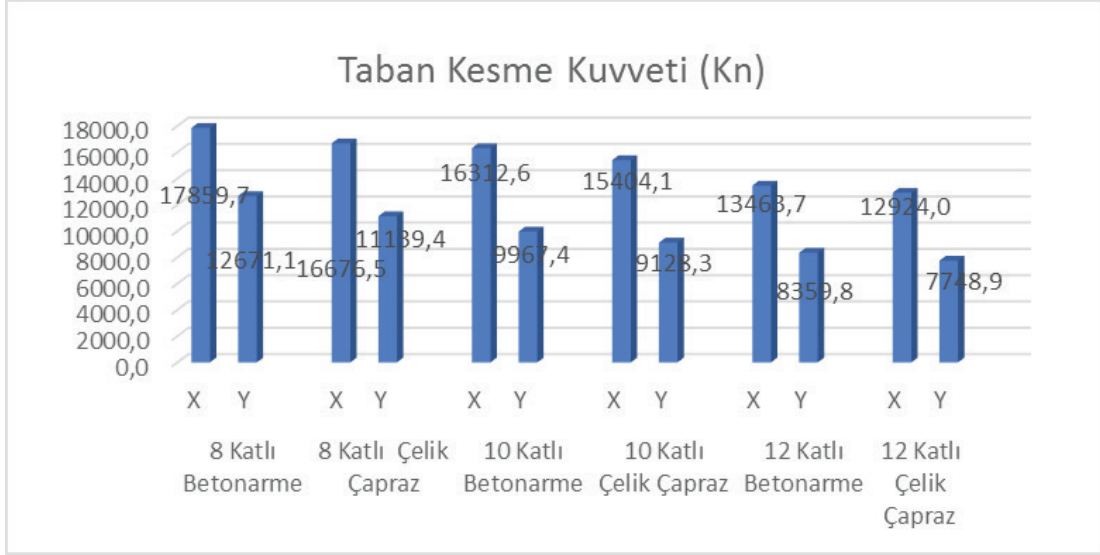
Ayrıca on iki katlı, on katlı ve sekiz katlı yapıların hem betonarme yapıya ait hemde çelik çaprazlı yapıya ait x ve y yönündeki periyot değerleri, bina toplam ağırlığı, x ve y yönünde oluşan taban kesme kuvvetleri ve x ve y yönündeki görelî kat ötelenmeleri sırası ile şekil 5.5, şekil 5.6, şekil 5.7 ve şekil 5.8'da grafiklere aktarılarak belirtilmiştir.



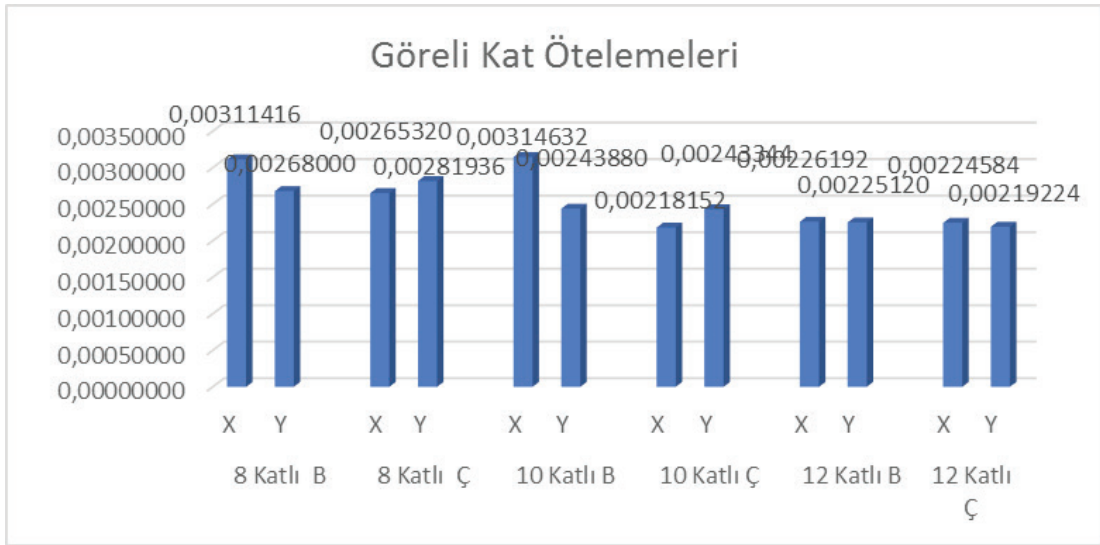
Şekil 5.5 Betonarme ve Çelik Çaprazlı 8-10 ve 12 Katlı Yapıların Periyot Grafiği



Şekil 5.6 Betonarme ve Çelik Çaprazlı 8-10 ve 12 Katlı Yapıların Bina Ağırlığı Grafiği



Şekil 5.7 Betonarme ve Çelik Çaprazlı 8-10 ve 12 Katlı Yapıların Taban Kesme Kuvveti Grafiği



Şekil 5.8 Betonarme ve Çelik Çaprazlı 8-10 ve 12 Katlı Yapıların Görelü Kat Ötelemeleri

6.Yapı Yaklaşık Maliyeti

Bir yapının yapılabilmesi için öncelikle imar durumuna göre projelendirilmesi yapılır. Yapılacak olan bu yapının proje üzerinden yaklaşık maliyeti hesaplanır. Yapıda kullanılacak olan malzemelerin (beton, demir, çelik, kalıp vb.) miktarı ve güncel fiyatları belirlenir. Bu çalışmamızda betonarme yapı ile çelik çaprazlı

yapının yaklaşık maliyeti şekil 6.1 ve şekil 6.2'te verilmiştir. Şekil 6.2'te belirtildiği gibi çelik çaprazlı yapının maliyeti betonarme yapıya göre %3.09 (yaklaşık 13004.4062 TL) gibi bir oran ile daha ekonomik olduğu görülmektedir. Ayrıca işçilik de eklendiğinde bu oranın daha da artacağını göstermektedir.

Betonarme Bina					
Malzeme	Hazır Beton	Kalp	Betonarme Demiri	Betonarme Demiri	HE180B
			8-12 mm	14-50 mm	
Birim	m³	m²	Ton	Ton	Ton
Miktar	2924.8	14226.7	186.1	318	0
BirimFiyat(TL)	266.68	57.48	3280	3250	3215
Toplam	779985.664	817750.716	610408	1033500	0
Nakliye %10	77998.5664	81775.0716	61040.8	103350	0
Toplam	857984.2304	899525.7876	671448.8	1136850	0
KDV %18	154437.1615	161914.6418	120860.784	204633	0
Toplam	1012421.392	1061440.429	792309.584	1341483	0
4207654.405					

Şekil 6.1 Betonarme Bina Yaklaşık Maliyet Hesabı

Çelik Çaprazlı Bina					
Malzeme	Hazır Beton	Kalp	Betonarme Demiri	Betonarme Demiri	HE180B
			8-12 mm	14-50 mm	
Birim	m³	m²	Ton	Ton	Ton
Miktar	2747.3	14163.3	168.5	291.1	29.85
BirimFiyat	266.68	57.48	3280	3250	3215
Toplam	732649.964	814106.484	552680	946075	95967.75
Nakliye %10	73264.9964	81410.6484	55268	94607.5	9596.775
Toplam	805914.9604	895517.1324	607948	1040682.5	105564.525
KDV %18	145064.6929	161193.0838	109430.64	187322.85	19001.6145
Toplam	950979.6533	1056710.216	717378.64	1228005.35	124566.1395
4077639.999					

Şekil 6.2 Çelik Çaprazlı Bina Yaklaşık Maliyet Hesabı

7. SONUÇ

Bu çalışmada 2018 deprem yönetmeliğine uygun, 8-10 ve 12 katlı betonarme binalara ait etabs programı yardımı ile statik hesapları yapılmıştır. Bu yapıların periyot, bina ağırlıkları ve taban kesme kuvvetleri göz önüne alınarak yapıda oluşan görelî kat ötelenmeleri hesaplanmıştır.

Aynı şekilde aynı mimari planlara sahip 8-10 ve 12 katlı binaların perdeleri kaldırılıp yerine ters v dış merkezli çelik çaprazlar kullanılarak binadaki; periyot, bina ağırlığı ve taban kesme kuvvetleri göz önüne alınarak yapıda oluşan görelî kat ötelenmeleri hesaplanmıştır.

- Bu çalışmada çelik çaprazlı binalarda x ve y yönlerinde oluşan görelî kat ötelenmeleri betonarme yapıya göre daha elverişli olduğu belirlenmiştir.
- Çelik çaprazlı binadaki yapıyı oluşturan elemanların (kolon, kiriş, perde, döşeme vb.) donatı oranları betonarme binaya göre daha düşük az olduğu belirlenmiştir.
- Çelik çaprazlı bina ile betonarme bina maliyet açısından kıyaslandığında; çelik çaprazlı binanın hem donatı oranlarındaki azalmadan kaynaklı hem de perdelerin yerine çelik çaprazlar kullanılarak perdelerde kullanılan beton ve kalıp malzemeleri azaltılarak yapı yaklaşık maliyeti %3,09 oranında azaltılıp daha ekonomik bir yapı elde edilmiştir.
- Bu çalışmanın farklı tiplerde çelik çaprazlar kullanılarak ve doğrusal olmayan analizler yapılarak elemanların kapasiteleri belirlenip çalışmanın konusu genişletilebilir.

KAYNAKÇA

A. E. Kulak. 2013. "Mevcut Bir Konut Yapısının Deprem Performansının Değerlendirilmesi ve Çelik Çaprazlarla Güçlendirilmesi", İstanbul Teknik Üniversitesi, <https://polen.itu.edu.tr/bitstream/11527/6658/1/13176.pdf>.

ACI (American Concrete Institute) Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 209) and Commentary. MI, USA 2011.

Ç. Naci, A. Akkaya, A. Demir, H. Öztürk. 2014. "Farklı Kesit Geometrilere Sahip Betonarme Kolonların Davranışının İncelenmesi", 2nd International Symposium on Innovative Technologies in Engineering and Science, 2095-2105.

Çelik Yapıların Tasarım ve Yapım Kuralları, 2016.

E. Canbay, U. Ersoy, G. Özcebe, H. Sucuoğlu, S.T. Wasti. 2008. "Binalar İçin Deprem Mühendisliği-Temel İlkeler", Ankara, 11, ISBN: 978-9944-0716-1-1.

E. Özer. 2007. "Yapı Sistemlerinin Lineer Olmayan Analizi Ders Notları" www.itu.edu.tr/eozer.

ETABS. Extended 3d Analysis of Building Systems, Computers and Structures Inc. 2000. Berkeley, California.

G. Altay, G. Deodatis, G. Franco, et.al. 2002. "Benefit-Cost Analysis for Earthquake Mitigation: Evaluating Measures for Apartment Houses in Turkey", 2nd Annual ASA-DPRI Meeting, Integrated Disaster Management, Laxenberg. Austria, July.

M. Celikag, S. Naimi. 2011. "Building Construction in North Cyprus: Problems and Alternatives Solutions", Proceedings of The Twelfth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC12), 14, 2269-2275.

M. Olbak ve S. Naimi. 2016. "Kentsel Dönüşüm Uygulanmış 5 Katlı İki Yapı Örneğinin Deneysel Verileri Kullanılarak Doğrusal Olmayan Analiz Yöntemleri ile Güçlendirme Sonuçlarının İrdelenmesi", İstanbul Aydın Üniversitesi Dergisi, 31, 145-166.

M. Tansel. 2010. "Çok Katlı Yapıların 2007 Deprem Yönetmeliğine Göre Analiz ve Tasarımı", Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Q. Wang, L. Wang, Q. Liu. 2001. "Effect of Shear Wall Height on Earthquake Response", Engineering Structures, 23(4), 376-384.

S. Naimi, M. Celikag. 2010. "Problems of Reinforce Concrete Building Construction in North Cyprus", Proceedings of The 12th International Conference on Inspection Appraisal Repairs and Maintenance of Structures, 2(2), 821-828.

T. Öztürk. 2005. " Betonarme Binalarda Deprem Perdelerinin Yerleşimi ve Tasarımı", İlkbahar-Yaz Dönemi Meslekçi Eğitim Kursları, İMO, İstanbul.

TBDY2018, Türk Bina Deprem Yönetmeliği

TS 498, 1984. Betonarme Elemanların Boyutlandırılmasında Alınacak Yükler, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

TS 500 Betonarme Yapıların Yapım ve Hesap Kuralları Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.

Z. Celep, N. Kumbasar. 2005. Betonarme Yapılar IV. Baskı, Beta Dağıtım, İstanbul.

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

COMPARATIVE METHODS IN CLASSIFICATION OF EMG SIGNALS

Ayten AKBAY

Altınbaş University, Graduate School of Science and Engineering, Electrical and Computer Engineering, Istanbul
ayten.midik@altinbas.edu.tr ORCID No: 0000-0001-6172-8546

Oğuz BAYAT

Altınbaş University, School of Engineering and Natural Sciences, Department of Software Engineering, Istanbul
oguz.bayat@altinbas.edu.tr ORCID No: 0000-0001-8428-2380

RECEIVED DATE/GÖNDERİ TARİHİ: 30.09.2019 ACCEPTED DATE/KABUL TARİHİ: 24.12.2019

Abstract

With the development of medical applications, the processing of electromyography signals has gained an important place in biomedical field. The detection, processing and classification of EMG signals is crucial because it enables a more standard assessment of different neuromuscular diseases [Kehri *et al.* (2016)]. This article examines neuromuscular diseases based on EMG signals by using classification methods as Multilayer Perceptron Neural Networks and C4,5 decision tree classifiers. In these methods, an autoregressive (AR) EMG signal model was used as input to the classification system. 1200 MUAPs data gathered from 7 healthy subjects, 7 myopathy patients and 13 neurogenic patients were analyzed. Total accuracy of Multilayer Perceptron algorithm is 98.1% and the total accuracy of C4.5 Decision Tree is 94.8%. Comparisons between these two classifiers are made using a set of scalar performance criteria for classification.

Keywords: EMG, Neural networks, Decision trees, Myopathy, Neuropathy.

**ELEKTROMİYOGRAFİ SİNYALLERİNİN SINIFLANDIRILMASINDA KULLANILAN
KARŞILAŞTIRMALI METODLAR****Özet**

Tıbbi uygulamaların gelişmesiyle birlikte elektromiyografi sinyallerinin işlenmesi biyomedikal alanda önemli bir yer edinmiştir. EMG sinyallerinin tespiti, işlenmesi ve sınıflandırılması farklı nöromusküler hastalıkların daha standart bir değerlendirme sağlanması açısından oldukça önemlidir. Bu makale EMG sinyallerine dayanan nöromusküler hastalıkları Çok Katmanlı Algı Sinir Ağları ve C4,5 Karar Ağacı sınıflandırma yöntemlerini kullanarak incelemektedir.

Anahtar Kelimeler :EMG, Yapay Sinir Ağları, Karar Ağacı, Miyopati, Nöropati

1. INTRODUCTION

Medical data classification is an effective factor in the rapid diagnosis and early treatment. Due to the great impact of biomedical research on human life, the classification of medical data continues to improve in the software field. Accurate and rapid classification of medical data helps specialists make more accurate decisions on serious diseases. Symptoms of patients are used as the nature of a disease data set that takes into account the number of samples [Bayat *et al.*(2018)].

Artificial Neural Networks is a very successful technology used in solving many real world problems in recent years [Cohen (2006)]. Decision trees are frequently used algorithms in data classification as well as artificial neural networks. Decision trees are simple in structure and are highly sensitive.

In this study, the use of Multilayer Perceptron and C4.5 algorithms in the classification of neuromuscular diseases has been examined. In Chapter 2, the materials and methods used for classification are given. In Chapter 3, the results obtained and the accuracy of the methods used are discussed. Chapter 4 explains the conclusion.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Subject and Data Acquisition

The data set was obtained from subjects in the Department of Neurology of Gaziantep University and its measurements were performed here. Diagnostic criteria were determined for patients selected and evaluated according to clinical findings and muscle biopsy was performed when necessary. The specialists evaluated the subject as normal, myopathic and neurogenic. EMG data from 27 subjects were analyzed and these data were obtained from 7 normal, 7 myopathic patients and 13 neurogenic patients [Yaman *et al.*(2011)].

The EMG signal was taken from the biceps brachial using a coaxial needle electrode. In each muscle, minimum 20 MUAPS were gathered by inserting 5 to 7 muscle. At force levels, the EMG signal obtained under isometric conditions of approximately 30% of the maximum voluntary muscle contraction (MVC) was recorded. The signal was obtained over 5 seconds, the band pass was filtered at 5-10 kHz, and sampled with 12 bit A / D resolution at 20 kHz. After all the EMG signal was filtered at low pass 2 kHz [Subasi, Yilmaz and Ozcalik (2006)].

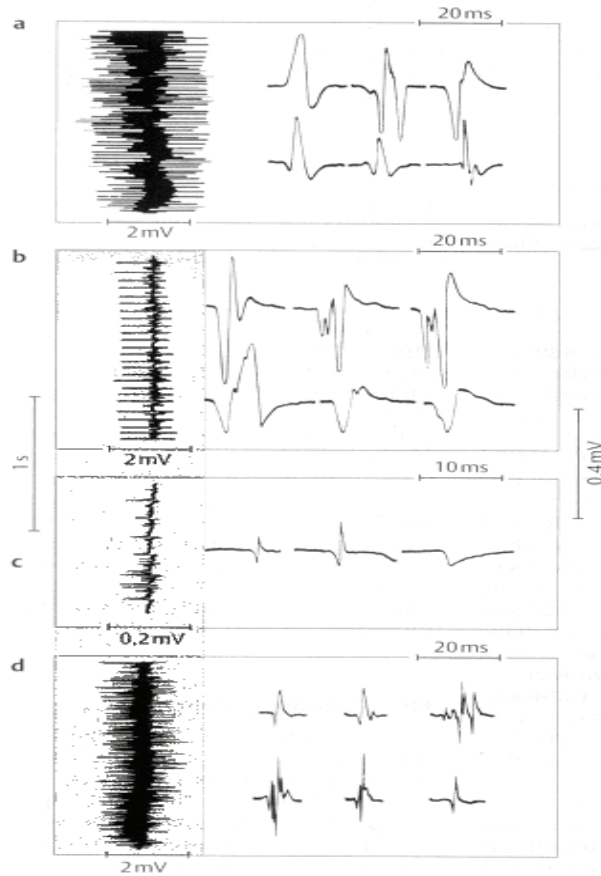


Figure 1:Normal, myopathic and neurogenic EMG signals [Mumenthaler and Mattle, (2002)].

- Normal: Full interface design
- Re-innervation after a peripheral nerve deformation: personal oscillations
- Total denervation: fibrillation potentials and positive sharp waves
- Myopathy: a complete interface design despite weakness. The amplitude of each potential is low, which forms the state and is partially fragmented and multiphase.

2.2. AR Method for Spectral Analysis

Parametric methods are obtained by modeling $x(n)$ data series as the output value of a linear system qualified by a rational system. The first of the two steps constituting the spectrum estimation is calculated from the data series defined as the parameters $x(n)$, $0 \leq n \leq N-1$.

For the second step, the PSD estimate is from the previous one acquired in the first step. AR method is known as the most widely used parametric method because it facilitates calculation AR methods by

solving linear equations. Data can be modeled as the output of a causal, all-pole, discrete filter in the AR method [Yaman *et al.* (2011)].

The following equation is the representation of the p-series AR method.

$$x(n) = - \sum_{k=1}^p a(k)x(n-k) + w(n) \quad [\text{Hojjat, Zhou, Dadmehr (2003)}].$$

In the following equation, the AR coefficients are defined by $a(k)$, $w(n)$ is the white variance noise equal to σ^2 . The AR (p) model can be defined by the AR parameters $\{a [1], a [2] \dots a [p], \sigma^2\}$. The PSD is

$$P_{AR}(f) = \frac{\sigma^2}{|A(f)|^2} \quad [\text{Cohen (2006)}].$$

where

$$A(f) = 1 + a_1 e^{-j2\pi f} + \dots + a_p e^{-j2\pi f p} \quad [\text{Güler *et al.* (2001)}].$$

2.3. Classification Methods

2.3.1. Multilayer perceptron neural network model

Neural networks are an excellent practice in recognizing diseases using scans, because there is no need to identify diseases by creating a specific algorithm because it is learned by sampling. It is very important that the selected samples are reliable and sufficient in processing data.

ANN can be used as a classification model by matching the input data to the desired approximate output and consists of an input layer (the layer receiving the inputs), the output layer (the output providing layer), and the hidden layers between them [Bayat *et al.*(2018)].

With this modeling application, classes can be created which determine which input combination belongs to normal myopathic or neuropathic classifiers. It is used in conjunction with ANN back propagation algorithm to solve pattern classification problems. The contribution of such neural networks is to be an effective training algorithm and to comprehend the behavior of the system.

Determining the input parameters of neural networks is very important for the high performance of neural networks to differentiate between normal, myopathic and neuropathic issues.

It must be specified how training and test data should be differentiated in the use of artificial neural networks. In this study, 18 patient data were used for training and 9 patients were used for testing. In order to achieve a more accurate result in comparison of artificial neural networks, the data of 5 patients were selected. Since the output class is 3, the artificial neural network also has 3 outputs. The basic vectors represent the outputs as follows :

[1 0 0] = normal ;
[0 1 0] = myopathy ;
[0 0 1] = neuropathy .

The entries of the second layer of the network are composed of 9 values corresponding to the three output groups of the first layer of the network. The aim of the second network layer are the same as those of the original data.

If the initial weights are randomly distributed, the ANN outputs will have a different classification than desired. During ANN training, ANN weights are continuously regulated and the desired responses are close to each other in order to obtain the result of the system.

Observing error changes and accuracy parameters during the expansion of the hidden network layer size for each training round is the basis for determining the optimal network. The error is defined as the difference between the desired response and the system output and the error rate can be measured in different ways. The most commonly used methods for error measurement are SSE (Sum Square Error) and MSE (Mean Square Error).

The Multilayer Perceptron is designed with an AR (autoregressive) spectrum of EMG signals. In this structure, the input signal is formed by 16 separate waves. The output layer consists of 3 nodes indicating normal myopathic and neurogenic diseases.

When working on the architecture of ANN, one and two hidden layers, which are hidden node variables used in each layer, are used. A hidden layer appears to be effective in solving the current problem. In this study, the required neural network should consist of three layers: the input layer, the hidden layer and the output layer. The network processes the records separately and the training phase begins to use the weights and functions in the hidden layer. In addition, subjects that had never been used in the developmental stage of the neural network tested the accuracy comparison in test data and training data in the predicted performance of the neural network. Adding nodes expand the neural network one by one to the hidden layer, and the steps taken to form the neural network are repeated as long as the best architecture and the best network link weight are set.

2.3.2. Decision trees

A decision tree is a classification method used to divide a data set containing a large number of records into smaller clusters by applying a set of decision rules. Decision trees are an algorithm that creates a model in the form of tree structure consisting of decision nodes and leaf nodes according to the desired properties and the desired result in the data. The data set to be used in classification problems using decision tree algorithm should be divided into two main parts (training and test). The algorithm creates a model using the training data. This model is applied on the test data and the success of the model in problem solving is calculated.

The main aim of the decision tree at this step is to create roots and leaves that will specify which entry combination belongs to normal myopathic or neuropathic classifiers. In this paper, C4.5 decision tree algorithm was run to find the solution for the classification problem. C4.5 The decision tree classifier follows a simple algorithm. In order to classify the data, it is first necessary to establish a decision tree based on the qualitative values of the identified training data. Therefore, whenever it enters a training set, it classifies the feature that clearly differentiate the samples. For the highest level of confidential information acquisition, this feature helps us tell the most about data samples. Then, if there is a value that does not have ambiguity for the specified property that falls into its category, this data sample helps to decide the target value. This branch is then terminated and allocated to it with the target value obtained.

In other cases, the operation is repeated until the program's attributes are exhausted or makes a clear decision as to which combination of attributes gives us a specific target value. The data used in this thesis were taken from 27 subjects. Since the number of output classes is three, there are 3 outputs in the decision tree that generates code for each class. Since the decision tree is made, the property obtained for the tree follows the order of selection. Now, by checking all properties and values, the target value of the new case can be assigned or estimated.

2.4. Cross Validation

When comparing machine learning models to find out which model that can solve the current problem, Cross Validation (CV) is often used [Basheer and Hajmeer (2000)]. Cross-validation in general performs as follows:

- Divide the data into fixed number of splits(folds)
- Choose the first fold for testing and use the rest of folds for training.
- Make classification on this data and acquire performance metrics.
- Choose the next splitting as testing while the remaining as training data.
- Classification is repeated until each partition is used for the testing.
- Compute an average performance from the individual experiments [Haselsteiner and Pfurtsceller (2000)].

3. RESULTS

The first algorithm used for classification is the C4.5 decision tree. Decision tree created at 0.2 seconds. The algorithm tree consists of 59 nodes and 30 leaves. 0.5 reliability factor was used in the algorithm. With these numbers, the best C4.5 decision tree results were obtained. The confusion matrix of C4.5 decision tree is shown below.

Table 1: C4.5 Confusion Matrix

Classified as	Normal	Myopathic	Neuropathic
Normal	368	12	20
Myopathic	13	387	0
Neuropathic	15	2	383

The second algorithm used in the classification is a multi-layer perceptron. The artificial neural network model ran in 10.39 seconds. . The algorithm works with a learning rate of 0.4 that provides the change in weight value. Increased learning speed affects the change in weight values. The learning process is usually shortened each time. The algorithm also works with a momentum of 0.6 that compensates for the weight change without any substantial overhaul, using a combination of a portion of the previous weight change and a combination of the gradient lowering term. Each time 600 periods pass the entire training set and then test the verification set. These values enabled us to achieve the best multiple perceptron results. The following table shows the confusion matrix of the MLP neural network.

Table 2: Multilayer Perceptron Confusion Matrix

Classified as	Normal	Myopathic	Neuropathic
Normal	387	8	5
Myopathic	8	392	0
Neuropathic	2	0	398

Table 3: Stratified Cross-Validation

	<i>Correctly classified instances</i>		<i>Incorrectly classified instances</i>		<i>Total number of instances</i>
C4.5	1138	94.8333 %	62	5.1667 %	1200
MLP	1177	98.0833 %	23	1.9167 %	1200

The table above shows the success rate of the MLP.

Table 4: Detailed Accuracy by Class

	<i>TP rate for MLP</i>	<i>TP rate for C4.5</i>
Normal	0.968	0.92
Myopathic	0.98	0.968
Neuropathic	0.995	0.958
Total accuracy	0.981	0.948

The detailed accuracy table shows the TP ratios (True Positive ratio) of C4.5 and MLP. Normal subjects had a TP ratio of 0.968 (MLP) and 0.92 (C4.5), respectively. Myopathic subjects had a TP ratio of 0.98 (MLP) and 0.968 (C4.5). Neuropathic subjects had a TP ratio of 0.995 (MLP) and 0.958 (C4.5). The total accuracy of MLP is 0.981 and the total accuracy of C4.5 is 0.948.

The results show that MLP classifies more accurately than C4.5.

4. CONCLUSION

This study examines the comparative classification of EMG signals using a Multilayer Perceptron and C4.5 Decision Tree. This study examines the comparative classification of EMG signals using a Multilayer Perceptron and C4.5 Decision Tree.

According to the classification, the Multilayer Sensors have an algorithm that is more accurate than C4.5. The use of multi-layer perceptron in classification will be more effective for experts.

1200 MUAPs from 7 normal, 7 myopathic and 13 neuropathic subjects were examined. The C4.5 decision tree correctly classified 1138 samples (94.83%), 62 misclassified samples (5.16 %). Multilayer Perceptron correctly classified 1177 samples (98.08%) misclassified 23 samples (1.91%). The total accuracy of the Multilayer Perceptron algorithm is 98.1% and the total accuracy of the C4.5 Decision Tree is 94.8%. In Multilayer Perceptron, normal patients have the lowest success in classification and neuropathic patients have the highest success in classification. The classification success rate of normal subjects is the lowest and for myopathic subject is the max. in C4.5.

Although Multilayer Perceptron learns in more time than C4.5, the result (accuracy) is remarkable and the C4.5 Decision Tree is easier to interpret. Decision Trees and Artificial Neural Networks have many positive and negative aspects, but recent research continues to work on a hybrid algorithm that uses the positive side of both algorithms.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

References

Basheer, I. A., & Hajmeer, M. (2000). Artificial neural networks: fundamentals, computing, design, and application. *J Microbiol Meth*, 3–31.

Bayat, Oğuz; Salman, İhsan; Uçan, Osman Nuri; Shaker, Khalid; (2018). Impact of Metaheuristic Iteration on Artificial Neural Network Structure in Medical Data. İstanbul: MDPI Open Access Journals.

Cohen, A. (2006). Biomedical signals: Origin and dynamic characteristics; frequency-domain analysis. *Medical Devices and Systems*.

Elamvazuthi, I.; Duy, N.H.X; , Zulfiqar Ali; Su, S.W.; Ahamed Khan, M.K.A.; S., Parasuraman; (2015). Electromyography (EMG) based Classification of Neuromuscular Disorders using Multi-Layer Perceptron. *International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors*. Malaysia.

Güler, İnan; Kıymık, Mustafa Kemal; Akın, Mehmet; Alkan, Ahmet; (2001). AR spectral analysis of EEG signals by using maximum likelihood estimation. *Computers in Biology and Medicine*, 31(6), 441-450.

Haselsteiner, E., & Pfurtscheller, G. (2000). Using time-dependent neural networks for EEG classification. *IEEE Trans Rehab Eng*, 457–63.

Hojjat, Adeli; Ziqin, Zhou; Nahid, Dadmehr; (2003). Analysis of EEG records in an epileptic patient us,ng wavelet transform. *Journal of Neuroscience Methods*, 123(1), 69-87.

Kehri, V.; Ingle, R.; Awale, R.; Oimbe, S.; (2016). Techniques of EMG signal analysis and classification of neuromuscular diseases. Atlantis Press.

Mumenthaler, M., & Mattle, H. (2002). *Neurology*. Thieme Medical Publishers.

Subasi, A., Yilmaz, M., & Ozcalik, R. (2006). Classification of EMG signals using wavelet neural network. *Journal of Neuroscience Methods*, 360–367.

Yaman, E.; Yaman, M.A; Subaşı, A.; Rattay, F.; (2011). EMG SIGNAL CLASSIFICATION USING DECISION TREES AND. *International Journal of Arts & Sciences*.

RESEARCH ARTICLE / ARAŞTIRMA MAKALESİ

TUNING OF PID CONTROLLER FOR FOUR-AREA LOAD FREQUENCY CONTROL USING ELEPHANT HERDING OPTIMIZATION

Firas ALHAYANI¹

¹Department of Electrical and Computer Engineering, Graduate School of Science and Engineering, Altınbaş University firmas_alh2009@yahoo.com ORCID: 0000-0001-6637-6383

Aqeel S. JABER²

²Department of Electrical Power Engineering Techniques, Al-Mamon University College aqe77el@yahoo.com ORCID: 0000-0002-4099-9221

Cagatay AYDIN³

³Department of Electrical and Electronics Engineering, School Of Engineering And Natural Sciences, Altınbaş University cagatay.aydin@altinbas.edu.tr ORCID: 0000-0002-1895-0333

Dogu Cagdas ATILLA³

³Department of Electrical and Electronics Engineering, School Of Engineering And Natural Sciences, Altınbaş University cagdas.atilla@altinbas.edu.tr ORCID: 0000-0002-4249-6951

RECEIVED DATE/GÖNDERİ TARİHİ: 21.11.2019 ACCEPTED DATE/KABUL TARİHİ: 30.12.2019

215

Abstract

The power system quality and reliability depend on many factors; one of the most important terms is the Load Frequency Control (LFC). The goal of the LFC is to balance the power outputs of the generation to induce the varying load demands with zero variation in the frequency. PID controller contains three parameters which have all the necessary dynamics to eliminate the oscillation, increase the signal control, lead the error approach to zero and fast response on changing the controller input, especially peak undershoot, overshoot and settling time. This study presents the use of one of the optimization methods to optimize the parameters of the PID controller, which controls the four-area interconnected power systems. The PID controller Parameters are tuned using Elephant Herding Optimization (EHO) method. A comparison among multi-methods of PID tuning via multi-disturbance values and time. The results show the advantage of the proposed method compared to other PID tuning techniques.

Keywords: Load Frequency Control, PID Controller, Elephant Herding Optimization, Particle Swarm Optimization

FIL SÜRÜ OPTİMİZASYONU KULLANILARAK DÖRT ALANLI YÜK FREKANS PID KONTROLÖRÜ AYARLANMASI**Özet**

Güç sistemi kalitesi ve güvenilirliği birçok faktöre bağlıdır. Bunların en önemli olanlarından biri, "Yük Frekans Kontrolü"dür (YFC). YFC'nün amacı, değişken yük ihtiyaçlarını frekansta sıfır varyasyonla indüklemek için üretimin

sonrasındaki güç çıkışlarını dengelemektir. PID kontrolörü, titreşimi gidermek, sinyal kontrolünü arttırmak, hata yaklaşımını sifıra indirmek ve kontrolör girişini değiştirmede hızlı tepki, özellikle geç kalma, aşma ve yatışma sürelerini maksimuma çıkarma için gereken tüm dinamikleri barındıran üç parametreye sahiptir. Bu çalışmada, dört alanlı ara bağlantılı güç sistemlerini kontrol eden PID kontrolörünün parametrelerini optimize etmek için optimizasyon yöntemlerinden birinin kullanımını gösterilmektedir. PID kontrolör parametreleri, Fil Sürü Optimizasyonu (Elephant Herding Optimization) (EHO) metodu kullanılarak ayarlanmıştır. Çoklu arıza değerleri ve zaman kullanarak diğer PID ayarlama için kullanılan optimizasyon yöntemlerinden biri olan Parçacık Sürü Optimizasyonu yöntemine ile arasında bir karşılaştırma ve sonuçlar ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yük Frekans Kontrolüdür (YFC), PID kontrolörü, Fil Sürü Optimizasyonu, Parçacık Sürü Optimizasyonu

1. INTRODUCTION

The large size, quality, reliability, stability, and the balancing between demand and generation make the power system is one of the most complex issues in scientific researches. LFC is one very important method of the power system, which provides generator load control via zero frequency in “steady-state deviations” (Kumar, 2016). The frequency of a system depends on the balance of the active power in generation and load plus losses. If a substantial disturbance suddenly happens in a power system, generation units and demand will be affected by the difference in the energy between both two sides. Initially, this imbalance managed by the kinetic energy of the rotating elements in the system. Thus, LFC will handle the restoring of the system operation after reducing total kinetic energy (Soheilrad et al., 2012).

On the other hand, the PID controller is widely used for damping the oscillation of frequency in the power system. The classical controllers can be robust if it provides some specific gain and phase margin in case of a suitable selection for the values of the controller parameters (Sharma et al., 2018). Many classical and intelligent methods have been suggested to select PID parameters. Ziegler-Nichols, Cohen-Coon, and Fertik methods are the same examples of PID tuning methods, which are used to control the frequency in the power system (Sambariya and Fagna, 2018). The Proportional Integral (PI) control was also used in LFC and successful in one and two areas (Patel and Bhusan Jain, 2013). Partial Swarm Optimization (PSO), Genetic Algorithm (GA), Firefly Algorithm (FA), and Ant Colony (AC) methods were used to optimize the parameters of classical controllers (Patel and Bhusan Jain, 2013). Elephant Herding Optimization (EHO) was validated to select parameters of the PID controller of a low complexity power system of a single area in two types of power systems shown by Sambariya and Fagna (2018 and 2017).

All the previous methods validated with one disturbance on even single area or multi-identical areas (Jaber et al., 2013). Fuzzy logic is one of the best intelligent controllers, but it increases the complexity of any plan due to the selection of number, range of memberships and the perfect rules (Jaber et al., 2012). Therefore, the challenge of finding a simple and powerful controller still existing in most of high complex LFC.

In this paper, Elephant Herding Optimization (EHO) is applied to tune the PID controller on four area power system. Four areas with different parameters of a power system are simulated using MATLAB (MathWorks, Natick, Massachusetts, United States). A scenario of multi-double disturbances is suggested to investigate

the proposed method. Integral Absolute Error (IAE) from zero frequency has been chosen to be the objective function of the EHO method. A comparison between PSO and EHO have done via the undershoot and the settling time. The results show the advance in controlling by using the proposed EHO algorithm.

2. SYSTEM MODEL

The tested system is a four-area with different parameters; the electric power system is shown in Figure 1., while Figure 2. represents the block diagram of each area (Liu et al., 2019) and the parameters of the four areas are shown in Table 1.

Table 1. The areas parameters

Area	T_t	T_G	R	B	D	H
1	0.030	0.08	2.4	0.401	0.0083	0.0834
2	0.025	0.091	2.1	0.3	0.0090	0.0776
3	0.044	0.072	2.9	0.48	0.0074	0.0850
4	0.044	0.044	1.995	0.391	0.0094	0.2500

where T_t is the turbine time constant, T_G is the speed governor time constant, R is the speed drop, B is the bias factor, D is the change in load, H is the inertia constant.

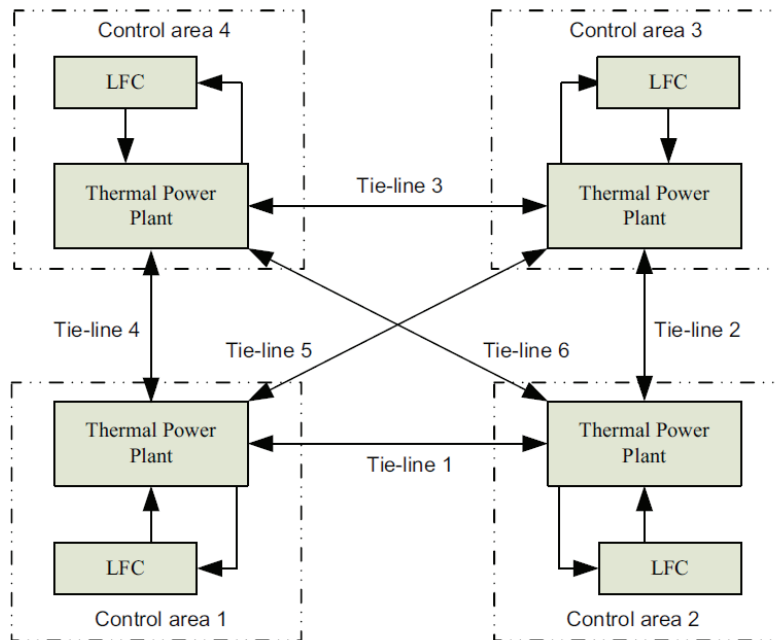


Figure 1. Four area networks

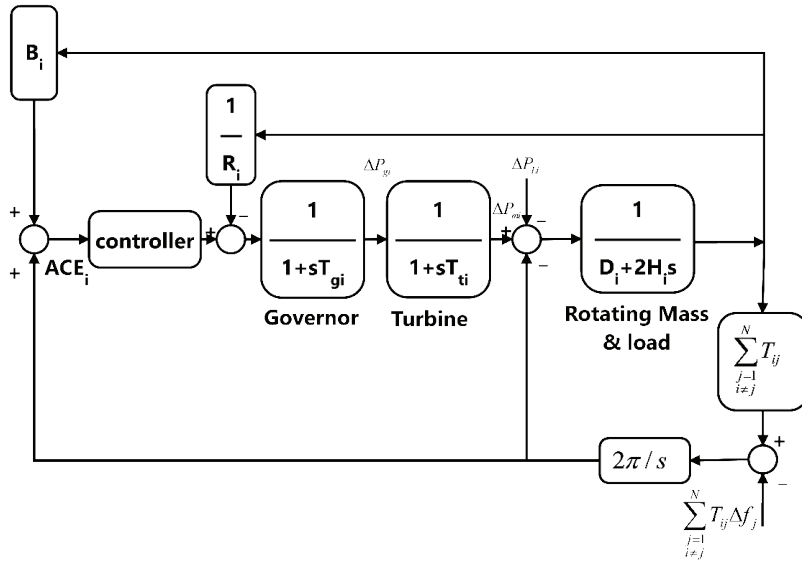


Figure 2. Block diagram for a single area of system with i^{th} connection

3. HERDING BEHAVIOR

Elephant Herding Optimization (EHO) is a novel metaheuristic nature-inspired optimization algorithm introduced by Wan. One of the largest animals on Earth are elephants, which belongs to the classification of mammals (Sambariya and Fagna, 2018). The elephants divided into two traditional recognized types African and Asian. According to the elephant nature, they structured in a big size, but at the same character, these elephants are living in related groups such as a female elephant with her calves (Sambariya and Fagna, 2017). So, the elephant clans together named as a group, and all these groups are led by a matriarch, as shown in figure 3. Each clan among three to two dozen (Gupta et al., 2016). The females live with their family, while some males tend to live lonely until they leave their family group when they are getting older (Wang et al., 2015). The male elephant can still in contact with his family group by low-frequency vibrations (Sambariya and Fagna, 2017). The behavior of an elephant herding divided into two operations; one which in clan updating and other in separating, that used to solve the global optimization problem.

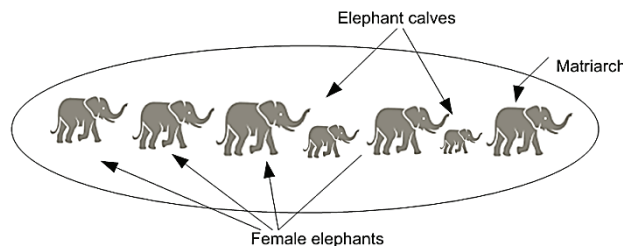


Figure 3. Generation of clan (Sambariya and Fagna, 2017)

3.1 Assumption of Optimization

- The worst behavior of male elephants is when leaving their family group, due to the fact it decided to live far away at a constant distance from their elephant groups for each generation.
- The total population of elephants can be classified in clans that have a fixed number of elephants.
- The matriarch is the alpha male of all elephants that live in a clan.

3.1.1 Clan updating operator

The matriarch is the leader of the clan, ci the total number of clans of elephants, j the total number of elephants in each clan, the current position of the elephant is updated by (Gupta et al., 2016),

$$x_{new,ci,j} = x_{ci,j} + \alpha \times (x_{best,ci} - x_{ci,j}) \times r \tag{1}$$

$x_{new,ci,j}$ and $x_{ci,j}$ constantly update as new values, and old position for elephant j in clan ci α scale factor of a matriarch on clan such that $\alpha \in [0,1]$, r is the random number in range $r \in [0,1]$, The best elephant in clan updated by (Wang et al., 2016),

$$x_{ci,j} = x_{best,ci,j} \tag{2}$$

$x_{best,ci}$ is the best position of the matriarch. ci is the movement, which is updated by.

$$x_{best,ci} = \beta \times x_{center,ci} \tag{3}$$

where β is a factor such that $\beta \in [0,1]$, and d is the dimension of the problem, according to above; the clan operation can be represented by:

$$x_{center,ci,d} = \frac{1}{n_{ci}} \times \sum_{j=1}^{n_{ci}} x_{ci,j,d} \tag{4}$$

3.1.2 Clan separating operation

As we mentioned before the elephant male leave his family and stay alone

$$x_{worst,ci} = x_{min} + (x_{max} - x_{min} + 1) \times r \tag{5}$$

The $x_{worst,ci}$ represents the worst elephant in a clan. The x_{max} , x_{min} represent the maximum and minimum position of the elephants, respectively. $r \in [0,1]$ the stochastic distribution between [0,1].

3.2 Objective Function

The LFC performance can be adequately specified in terms of settling time, peak undershoot and steady-state error (Kumari et al., 2017). Integral Absolute Error (IAE), Integral Square Error (ISE) and Integral Time

Absolute Error (ITAE) are some of the most common indices to determine the objective functions. The function of the IAE is selected to determine the performance index for each iteration, which is shown in Eq (6).

$$IAE = \int_0^t ACEi dt \tag{6}$$

3.3 Tuning Of PID

The Tuning of PID is to control the frequency according to the load disturbances, which is used by EHO for a high-complex power system. The proposed method is by sending random values of four PID parameters (K_p, K_i, K_d) and recalculating the suggested values of those parameters according to the EHO algorithm (like a negative feedback system). This algorithm is shown in Figure 4.,

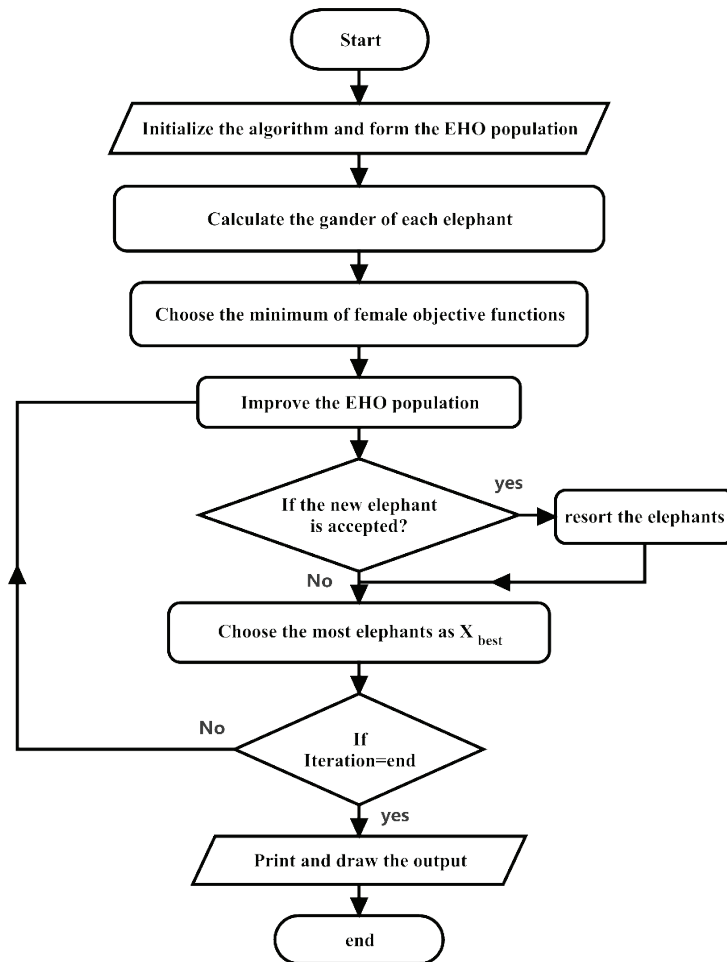


Figure 4. EHO algorithm

Moreover, the tuning of PID parameters using EHO shown in Figure 5.

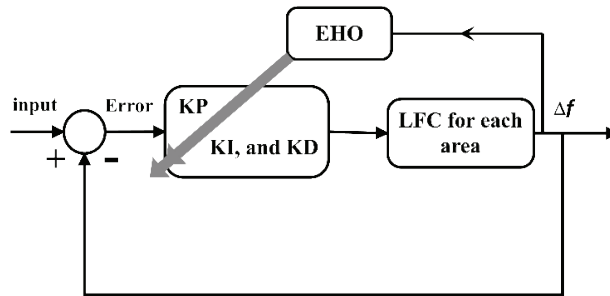


Figure 5. Tuning of PID by EHO

4. RESULTS and DISCUSSION

Load frequency control behavior of four different areas of a power system is simulated using MATLAB. EHO and PSO are used to tune the controller to get the minimum objective function. A disturbance of 0.1 p.u on the first area is selected to determine the PID parameters for both of the tuning methods. Ten samples run for each of EHO and PSO have been processed, and the resulted mean values of K_p , K_I , K_D are determined, and the resultant values of the parameters can see in Table 2.

Table 2. PID parameters

Area	EHO			PSO		
	K_p	K_I	K_D	K_p	K_I	K_D
1	1.1237	1.0422	0.9172	0.51	0.7	0.82
2	0.8361	0.7665	0.9595	0.5	0.7	0.8
3	0.7945	0.8142	0.9039	0.505	0.701	0.791
4	0.0750	0.0785	0.0342	0.499	0.698	0.803

The deviation response for four areas in 30 seconds shown in Figure 6.

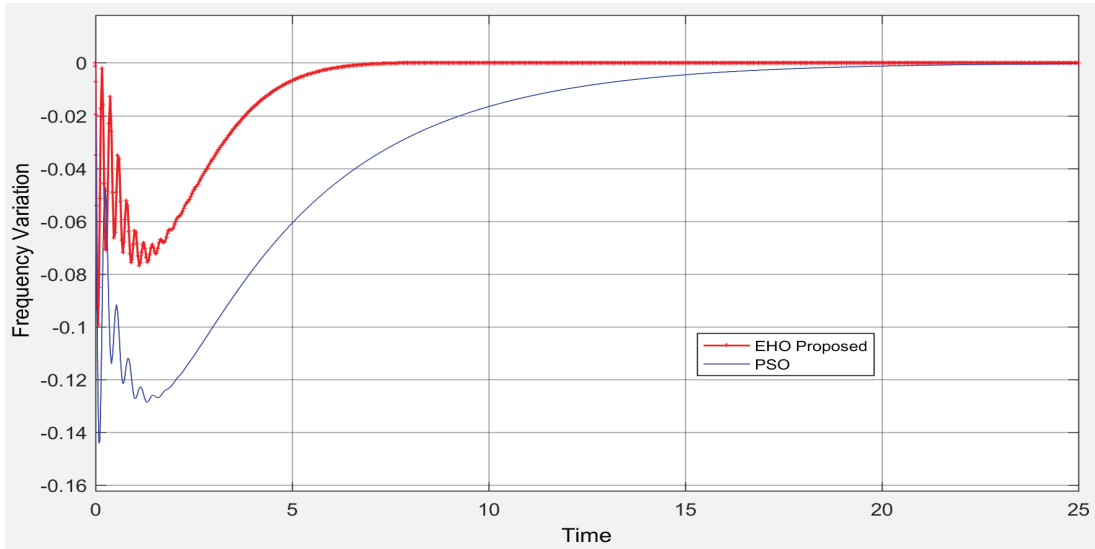


Figure 6. LFC response for single disturbance

To validate the system, double disturbance with multi values and moments were taken after the main disturbance. Figure 7., Figure 9. show the effectiveness of the proposed method via peak undershot and time steady state. However, the steady-state achieved by reducing the frequency deviation after a few seconds of controller action in both methods.

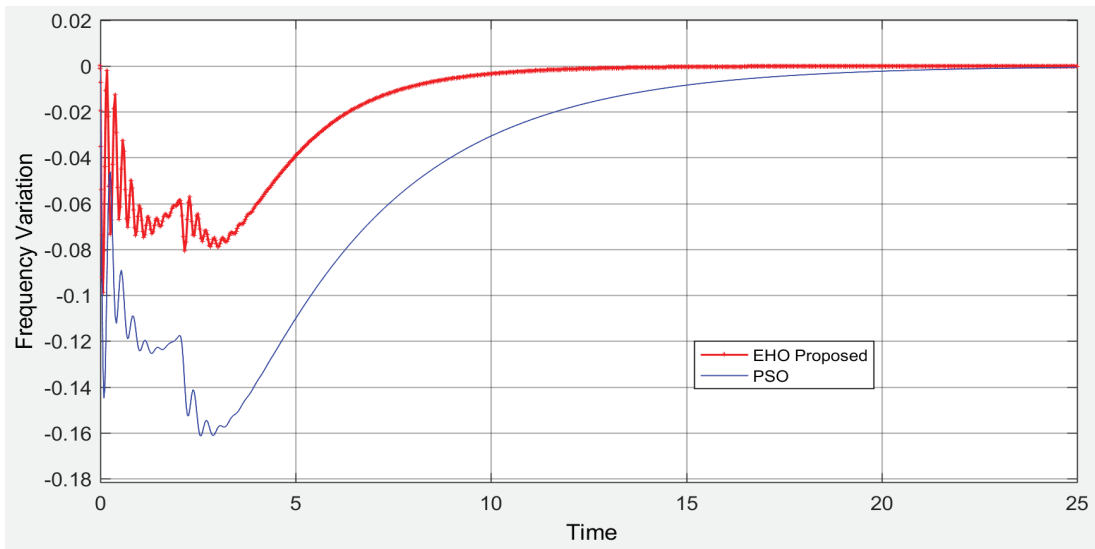


Figure 7. LFC response for double disturbance, 0.2 p.u., and 2 sec

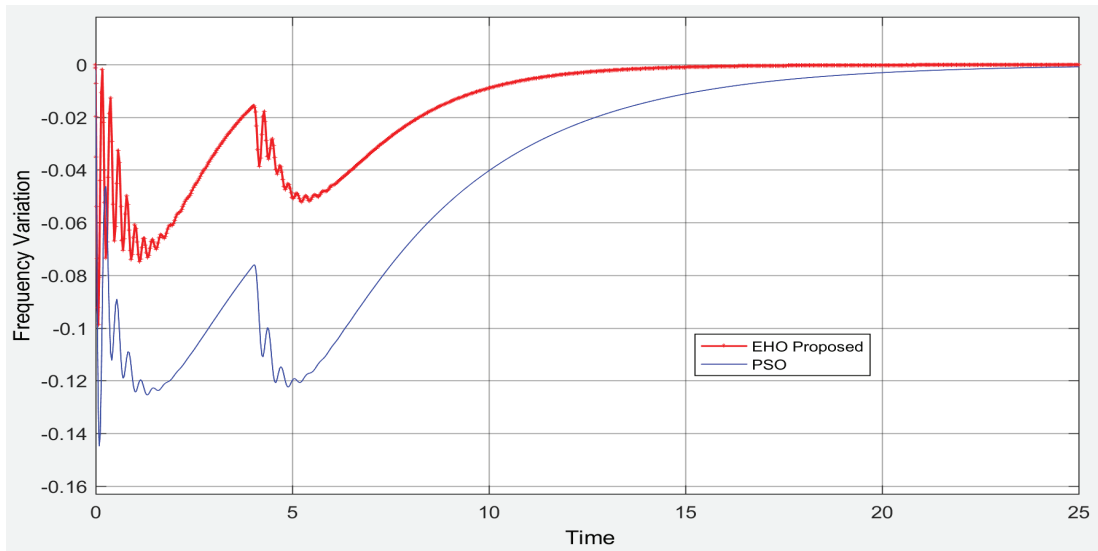


Figure 8. LFC response for double disturbance, 0.2 p.u., and 4 sec

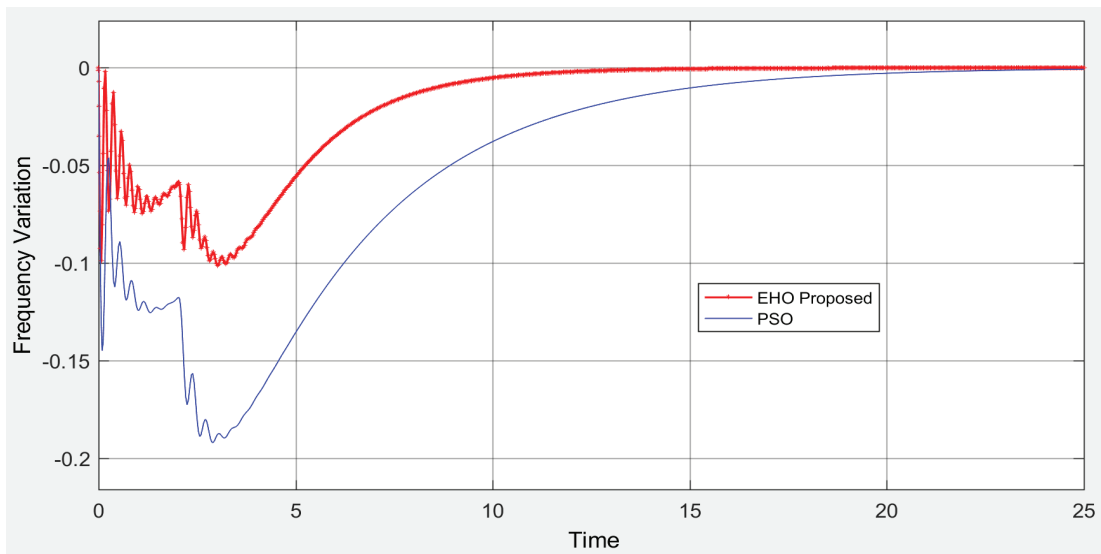


Figure 9. LFC response for double disturbance, 0.3 p.u., and 2 sec

After the first disturbance in the first area by two, three, four, and five seconds, another disturbance has been suggested in the second area. Table 3. shows the values of peak undershoot and the approximate settling time for multi cases of disturbances.

Table 3. Dynamic performance for LFC

Dis (Area2)	Dis_time	EHO		PSO	
		PU-Sh	Sett_time	PU-Sh	Sett_time
0.1	2	-0.0988	10	-0.1449	21
0.2	2	-0.0988	11	-0.1614	21
0.3	2	-0.1015	11	-0.1920	20
0.4	2	-0.1241	11	-0.2228	20
0.1	3	-0.0988	11	-0.1449	20
0.2	3	-0.0988	11	-0.1449	20
0.3	3	-0.0988	15	-0.1708	25
0.4	3	-0.1079	25	-0.2018	25
0.1	4	-0.0988	25	-0.1449	25
0.2	4	-0.0988	25	-0.1449	25
0.3	4	-0.0988	25	-0.1533	25
0.4	4	-0.0997	25	-0.1852	25
0.1	5	-0.0988	24	-0.1449	24
0.2	5	-0.0988	25	-0.1449	25
0.3	5	-0.0988	25	-0.1449	25
0.4	5	-0.0988	25	-0.1725	25

where Dis (Area2) is the disturbance value of the second area, PU-Sh is peak undershoot, Sett_time is settling time, Dis_time is the disturbance time of the second area.

From Table 3., Figure 7. Method Figure 9. can notice the advance of the tuning of the controller using EHO, especially in case of a short duration after the first disturbance.

5. CONCLUSION

In this study, a tuning of the PID controller used for the load frequency controller of the four areas interconnected power system has been suggested using Elephant Herding Optimization. A disturbance on the first area is chosen to tune the PID parameter. Four values of disturbance and four values of time have been implemented as a second disturbance in the second area to validate the system. The results show better dynamic responses of LFC by the EHO method in terms of the settling time, undershoots compared to the PSO approach.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

6. REFERENCES

Gupta, S., V.P. Singh, S.P. Singh, T. Prakash and N.S. Rathore, 2016. Elephant herding optimization based PID controller tuning. *International Journal of Advanced Technology and Engineering Exploration*, 3(24), 194–198.

Jaber, A.S., A. Z. B. Ahmad and A. N. Abdalla, 2012. Advance Two-Area Load Frequency Control Using Particle Swarm Optimization Scaled Fuzzy Logic. *Advanced Materials Research*, 622–623, 80–85.

Jaber, A.S., A. Z. Ahmad and A. N. Abdalla, 2013. A new parameters identification of single area power system based LFC using Segmentation Particle Swarm Optimization (SePSO) algorithm. *Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference, APPEEC*.

Kumar, D.D.V., 2016. Load Frequency Control for Two Area Power System Using Different Controllers. *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering* 2(3), 1109–1115.

Kumari, S., G. Shankar, S. Gupta and K. Kumari, 2017. Study of load frequency control by using differential evolution algorithm. *1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems ICPEICES 2016*.

Liu, J., Q. Yao, and Y. Hu, 2019. Model predictive control for load frequency of hybrid power system with wind power and thermal power. *Energy*, 172, 555–565.

Patel, N. and P. Bhusan Jain, 2013. Automatic Generation Control of Three Area Power Systems Using Ann Controllers. *International Journal of Computer Engineering Research*, 3, 1-7.

Sambariya, D.K. and R. Fagna, 2017. A novel Elephant Herding Optimization based PID controller design for Load frequency control in power system. *2017 International Conference on Computer, Communications and Electronics, COMPTHELIX 2017*, 595–600.

Sambariya D.K. and R. Fagna, 2018. A robust PID controller for load frequency control of single area re-heat thermal power plant using elephant herding optimization techniques. *IEEE International Conference on Information, Communication, Instrumentation and Control ICICIC 2017 (vol. 2018–Janua)*, 1–6.

Sharma, J., Y.V. Hote and R. Prasad 2018. Robust PID Load Frequency Controller Design with Specific Gain and Phase Margin for Multi-area Power Systems. *IFAC-PapersOnLine* 51(4), 627–632.

Soheilirad, M., M. Ali, J. Ghasab and S. Sefidgar, 2012. Tuning of PID Controller for Multi Area Load Frequency Control by Using Imperialist Competitive Algorithm. *Journal of Basic and Applied Scientific Research* 2(4), 3461–3469.

Wang, G.G., S. Deb and L.D.S. Coelho, 2016. Elephant Herding Optimization. *Proceedings - 2015 3rd International Symposium on Computational and Business Intelligence, ISCBI 2015*, 1–5.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

YAPAY SİNİR AĞLARI İLE YÜZEY SICAKLIK VE ALBEDO MODELLEMESİ

Sahar MAMIZADEH

İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
sahar.mamizadeh@gmail.com, ORCID No: 0000-0003-1193-1946

Zafer ASLAN

İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul
zaferaslan@aydin.edu.tr, ORCID No: 0000-0001-7707-7370

GÖNDERİM TARİHİ / RECEIVED DATE: 12.11.2019 KABUL TARİHİ / ACCEPTED DATE: 21.11.2019

Özet

Standart meteoroloji istasyonlarında ölçülen hava sıcaklığı, ortamının ana tanımlayıcılarından biridir. Uydu görüntüsü verilerini kullanmak hava sıcaklığı değişimlerini incelemek ve tahmin etmek için etkili bir yoldur. Hava sıcaklığı farklı tıbbi problemlerin, hastalıkların incelenmesi, salgın tahmini, hava durumu tahmini, tarımsal araştırmalar, iklim değişikliği, su eksikliği, su potansiyeli, kentsel arazi kullanımı ve ısı adası, ekoloji, hidroloji ve atmosfer bilimleri vb. bir çok uygulama ve araştırma çalışmalarında girdi verisi olarak göz önüne alınmaktadır. Bu çalışmanın amacı, Yapay Sinir Ağları ve Kümeleme Yöntemi ile yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerinin zamansal değişimlerinin incelenmesi ve gelecek için kestirimidir. İnceleme bölgesi için Türkiye'de İstanbul (Kandilli ve civarı) ve İtalya'da Trieste şehirleri pilot bölge olarak seçilmiştir. 2012-2016 dönemini kapsayan beş yıl süre ile NASA'nın TERRA uydusu MODIS algılayıcısından alınan yüzey sıcaklığı (TS) ve Albedo değerleri MATLAB ve WEKA programları yardımı ile analiz edilmiştir. Verilerin sınıflandırılması aşamasında, WEKA programı yardımı ile K-means Yöntemi kullanılarak kümeleme yapılmış, inceleme bölgeleri için sonuçlar karşılaştırılmıştır. Bu sonuçlar YSA ile elde edilen bulguları desteklemektedir. Yapay Sinir Ağları Yöntemini kullanarak ortalama yüzey sıcaklığı ve ortalama Albedo değerlerinin zamansal değişimleri LM (Levenberg-Marquardt) algoritması ile tahmin edilmiştir. Veri ön işlem aşamasında, eksik veriler tamamlanmış ve Min-Max yöntemi kullanılarak veriler normalize edilmiştir. YSA modeli ve MATLAB uygulamasında 2012-2015 yılı verileri eğitim aşamasında, 2016 yılı verileri tahmin test aşamasında kullanılmıştır. Levenberg-Marquardt Algoritması göz önüne alınmış model 1'den 10 nörona kadar değişen sayıda gizli nöron ile çalıştırılmıştır. Her iki şehir ve verileri için en iyi sonuç veren nöron sayıları saptanmıştır. Model çıktı değerleri ile TS ve Albedo gözlem değerleri karşılaştırılmıştır. Gözlem ve tahmin değerleri arasındaki ilişki katsayısı, Trieste için $r^2=0,999$ olarak saptanmış; $MSE=2,930^\circ K$, olarak belirlenmiştir. Albedo için benzer sonuçlar, Trieste'de $r^2=0,86$ olarak, $MSE= -0,248^\circ K$ olarak hesaplanmıştır. İstanbul ve civarı ile ilgili TS gözlem ve model karşılaştırması sonuçlarına göre, $r^2=0,995$ olarak, $MSE= 0,292^\circ K$, olarak saptanmıştır. Albedo için İstanbul'da $r^2=0,95$ olarak, $MSE= -0,224^\circ K$ olarak saptanmıştır. Modelin sıcaklık tahminleri açısından her iki ilde de yüksek performansla sonuç verdiği ancak, gözlem verilerinin tahmin değerlerinden genel olarak daha yüksek olduğu söylenebilir. Modelin yüzey sıcaklık değerlerini Albedo değerlerine göre daha yüksek başarı ile tahmin ettiği vurgulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Yapay Sinir Ağları, Levenberg-Marquardt Algoritması, Kümeleme, Albedo, Yüzey Sıcaklığı

SURFACE TEMPERATURE AND ALBEDO MODELING WITH ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Abstract

The air temperature measured at standard meteorological stations is one of the main descriptors of its environment. Using satellite image data is also an effective way to estimate the air temperature. Research on air temperature forecasting; investigation of different medical problems, diseases, epidemic forecast, weather forecast, agricultural research, climate change, temperature, water potential, land use-land planning, heat island, ecology, hydrology, renewable energy and atmospheric sciences. In many applications and research studies are used as input data. The aim of this study is to investigate the temporal changing of surface temperature and Albedo values with Artificial Neural Networks and Clustering Method and to predict for the future. Istanbul in Turkey (Kandilli and near vicinity) and the city of Trieste in Italy have been chosen as two pilot areas. The surface temperature (TS) and Albedo values obtained from NASA's TERRA satellite MODIS sensor for five years covering 2012-2016 period were analyzed with the help of MATLAB and WEKA programs. Based on the classification of the data and clustering analyses with the help of WEKA program the results were compared for regions. Using Artificial Neural Networks Method, mean surface temperature and temporal changes of mean Albedo values were estimated by LM (Levenberg-Marquardt) algorithm. In the data preprocessing phase, the missing data were completed and the data was normalized by using Min – Max method. In the ANN model and MATLAB application, 2012-2015 data were used for the training phase; 2016 data were used in the estimation and test phases. The Levenberg-Marquardt Algorithm model was run with a number of hidden neurons changing from 1 to 10. Model output values, TS and Albedo observation values were compared. The correlation coefficient between observation and estimation was found to be $r^2 = 0.999$ for Trieste; $MSE = 2,930$ ° K. Similar results for Albedo were calculated as $r^2 = 0.86$ in Trieste and $MSE = -0.248$ °K. $r^2 = 0.995$ and $MSE = 0.292$ °K, are defined based on the results of TS observation and model comparison in Istanbul and its vicinity. For Albedo correlation coefficient and MSE are equal to $r^2 = 0.95$ and $MSE = -0.224$ °K in Istanbul. It can be said that the model gives high performance results in both provinces in terms of temperature forecasts, but the observation data are generally higher than the estimation values. It can be emphasized that the model predicts surface temperature values with higher performance than Albedo values.

Keywords: Artificial Neural Networks, Levenberg-Marquardt, Clustering, Albedo, Surface Temperature

1. GİRİŞ

Son yıllarda, iklim değişikliği ve küresel ısınma, hızlı nüfus artışı büyük kentler dahil tüm dünyada olumsuz etkilerini göstermektedir. Ayrıca birlikte yoğun yapılaşma ve bu alanlarda kullanılan yapı malzemeler, beton, asfaltla yüzeyler nedeni ile, su kaynaklarında azalma, orman yangınları ve bunlara bağlı ekoloji bozulmalarına ve meteorolojik parametreler değişilirse yerel ve bölgesel ölçekte iklim ve arazi örtüsünde belirgin değişikliklere neden olmaktadır.

Bu nedenle kentsel yüzey tepkisi, yapılaşmış çevrenin fiziksel özelliklerine önemli ölçüde bağlıdır. Bu fiziksel özellikler, termal özellikler (ısınma kapasitesi, ısı iletkenliği) ve ışınım özelliklere (Emisivite, Albedo) göre alt kısımlara ayrılmaktadır.

İklim; atmosfer, hidrosfer, yeryüzeyi, biyosfer ve buzullar olmak üzere 5 temel bileşenden oluşan interaktif bir sistemdir. Uzaktan algılama verileri aracılığıyla bu bileşenler ile ilgili değişik ölçek ve doğruluklarda veri ve bilgi elde edilmektedir.

Tarih boyunca insanlar, riskli olayların gerçekleşmesinden önce gerekli önlemleri almak için geçmişe dayalı verilerle geleceği öngörmeye çalışmışlardır. Bu çabalar çeşitli bilimlerin temeli oluşturmuştur. Meteoroloji, hava tahminlerinin matematiksel modele uymayan, doğrusal olmayan, karmaşık bir sistem olduğu ve zaman içindeki değişkenlik nedeniyle, normal tahmin yöntemlerinin yetersiz kaldığı bir alandır. Günümüzde ekonomik, askeri ve tarımsal ilişkiler de dahil olmak üzere pek çok alanda tahmin çalışmaları bir zorunluluktur. İklimin en önemli unsurlarından biri olarak sıcaklık değişimi, coğrafi faktörler arasında büyük önem taşımaktadır. Model çıktıları, klimatoloji, hastalık kontrolü, su kaynakları yönetimi, çevre çalışmaları, kuraklık vb. farklı alanlarda kullanılabilir. Hem doğrusal hem de doğrusal olmayan tahmini çalışmaları, kısa ve uzun vadeli tahminlerin mümkün olduğunu göstermektedir. Günümüzde, akıllı ve esnek araçlar gibi bilimsel yöntemlerin icadı ile araştırmacılar, önemli meteorolojik parametreleri tanıma ve tahmin etmenin geleneksel yöntemlerinin ötesinde gelişmeler göstermektedir. Bu yöntemlerden biri yapay sinir ağlarıdır. Bu yöntem yapay zekanın herhangi bir aritmetik işlevi yaklaştırabilen ve hesaplayabilen bileşenleridir. Bu çalışmada, nüfus ve bitki örtüsü olarak birbirinden farklı iki şehir olan İstanbul ve Trieste'nin yüzey sıcaklıklarında beş yıl içerisinde meydana gelen değişiklikleri ortaya koymak ve bu değişiklikleri şehirleşme ile ilişkilendirmek esas alınmıştır.

Her iki şehrin Akdeniz iklim özelliklerini taşıması göz önüne alınmasına neden olmuştur. NASA'ya ait TERRA uydusundan alınan İstanbul ve Trieste Şehirlerine ait TS ve Albedo verileri ile değerlendirilmiştir.

2. VERİ VE YÖNTEM

2.1. İnceleme Bölgesi

Çizelge 1 :: İnceleme Bölgeleri

	Boylam (N)	Enlem (E)
İstanbul	41° 06Ç	29° 04Ç
Trieste	45° 79Ç	13° 79Ç

Trieste İtalya'nın Kuzeydoğusunda bulunan 84 km² yüzey alana sahip bir liman kentidir. İtalya'nın güncel nüfus verilerine göre Trieste Şehrinin 2014 resmi nüfusu 205.400 olarak gösterilmektedir (Geodemo.ist.it). Kıyaslamaya alınacak bir diğer şehir olan İstanbul ise 1,539 km²lik yüzölçümüne sahiptir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre İstanbul'un güncel nüfusu 15 milyon 29 bin olarak verilmektedir.

2.2. Yapay sinir ağıları (YSA)

1943 yılında Warren McCulloch ve Walter Pitts adlı iki bilim adamı beynimizdeki nöronların çalışma şekilleriyle ilgili bir teori ortaya koymuştur. Bu teorinin bir devamı olarak bilgisayar bilimi ile ilgili bir model oluşturdular. Bu modele göre beynimizde bulunan bir nöron diğer nöronlardan gelen elektriksel akımı, üzerlerinde bulunan seçici dirençler yardımı ile belli bir 'ağırlık' ile çarpılmış olarak alır ve kendisine gelen bütün sinyallerin toplamı eğer belli bir eşik değerinin üstünde ise nöron da kendi sinyalini verir. Warren McCulloch ve Walter Pitts'in önerdiği bu model, modern yapay sinir ağlarının temelini oluşturmaktadır.

Yapay sinir ağları bilinmeyen fonksiyonların yaklaşık eş değerini bulmak için kullanılmaktadır. Bu yüzden ağlar fonksiyonu yaklaşık olarak bulabilmek için bir dizi eğitim basamaklarından geçer. Bu basamaklarda W vektörlerinin elemanları bazı kuralların çerçevesinde değiştirilir ve fonksiyonun aslına yaklaşılmaya çalışılır. Bu kuralların ortak noktası ise yapay sinir ağının tahminlerini bir kriter çerçevesinde değerlendirmeleri ve basamak basamak bu hatanın her nörona paylaştırılarak her katmanda hata düzeltilmesine olanak sağlamalarıdır. Bir YSA'nın tasarımı ve uygulamasında yedi alan vardır (Özel, 2018).

- I) Veri toplama
- II) Ağ oluşturma
- III) Ağı yapılandırma
- IV) Ağırlıkların ilk değerlerinin atanması,
- V) Ağı eğitmek
- VI) Ağın doğrulanması
- VII) Ağ kullanmak

En yaygın olarak kullanılan algoritma ise 'Backpropagation' algoritmasıdır.

2.3. Veri Ön İşlem: Min-Max Normalizasyon

Min-Max yöntemi, verileri doğrusal olarak normalleştirir. Min-max normalizasyonunda, orijinal veriler doğrusal dönüşümle yeni veri aralığına dönüştürülür. Bu veri aralığı genellikle 0-1'dir. Bir veriyi 0 ve 1 aralığına indirmek için aşağıdaki denklem kullanılır (Yavuz ve Deveci, 2012).

$$x^1 = \frac{V - \min_A}{\max_A - \min_A} (\text{new_max}_A - \text{new_min}_A) + \text{new_min}_A$$

Burada, x^1 normalize edilmiş veri, V girdi değeri, \min_A - en küçük değeri,

\max_A - en büyük değeri göstermektedir, (Han and Kamber, 2006)

Bu çalışmada kullanılan (2012 – 2016 yılları) veriler 0 ve 1 arasında MIN– MAX yöntemi kullanılarak normalize edilmiştir. Yöntemin amacı, veriler arasında farklılığın çok fazla olduğu durumlarda verileri tek bir düzene 0 ve 1 aralığına indirgenmesidir.

2.4. Levenberg Marquardt Algoritması (LM)

Doğrusal olmayan en küçük kareler problemlerini çözmek için LM algoritması genellikle standart bir algoritma olarak kullanılır. Bu algoritma daha fazla bellek kullanır, ancak kısa sürede sonuca ulaşır. Algoritma, Levenberg (1944) ve Marquardt (1963) tarafından geliştirilmiştir. LM algoritması için parametre güncelleme işlemi, eğim düşmesi (steepest descent) ve Newton algoritmalarından türetilerek elde edilmiştir, (Çavuşlu, 2014).

2.5. Kümeleme

Kümeleme bir gruplama tekniğidir.. Bu gruplama tekniğinde veriler ortak özelliklerine göre sınıflandırılır. Böylece benzer özelliğe sahip veriler tek bir grup olarak incelenebilir. Kümeleme tekniği makine öğrenmesi, veri madenciliği, biyoinformatik gibi bir çok önemli alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Kümeleme tekniği tek başına özel bir algoritma olmamakla beraber bir çok algoritma ve tekniğin bulunduğu bir alandır. Ortak bir algoritmanın bulunmasının sebebi grup ve grupların ayrılma kriterlerinin algoritmadan algoritmaya çok fazla değişiklik göstermesidir.

Bahsedildiği gibi genel bir kümeleme tekniği ve bunun tanımını yapmak çok kolay değildir. Genel özellik olarak ortak bir gruplandırma kriteri ve kümeleme tanımı vardır ve amaç bu problemi çözebilmektir. Kümeleme tanımını iyi kavrayabilmek, farklı algoritmaları anlayabilmenin temelini oluşturur. En çok kullanılan kümeleme algoritmalarından bazıları aşağıda sıralanmıştır:

- I) Hiyerarşik Kümeleme algoritması,
- II) Merkezci Kümeleme algoritması,
- III) Dağılım algoritmaları,
- IV) Yoğunluk Algoritmaları,
- V) Yapay Sinir Ağları tabanlı Modeller.

Kümeleme algoritmalarının çok geniş kullanım alanları vardır. Bu alanlardan biri de hava durumu verilerinin incelenmesidir. Bir şehir için elde edilmiş hava durumu verileri kümeleme algoritma verileri kullanılarak mevsimlere ayrılabilir. Mevsim sayısı bilindiğinden ötürü merkezci kümeleme algoritmaları bu durumda iyi sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca gezegenimiz üzerindeki farklı yerlerden alınan sıcaklık ve diğer meteorolojik veriler gruplandırılarak iklimsel açıdan birbirine yakın olan bölgeler belirlenebilir. Bu ayrımın yapılmasından sonra bir bölgede meydana gelen olayın yarattığı sonuçlar, aynı küme içinde yer alan yerler için de nasıl sonuçlar doğurabileceği tahmin edilebilir.

3. ANALİZ

3.1. K-means Analizleri

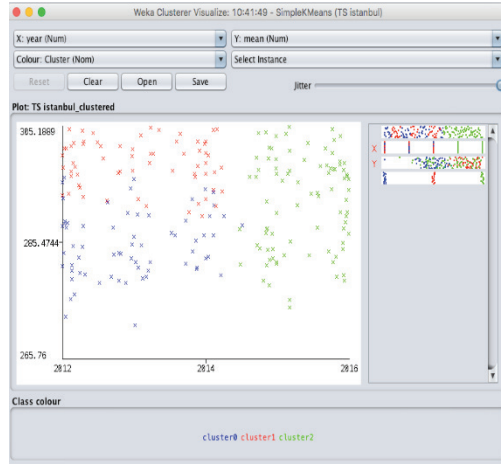
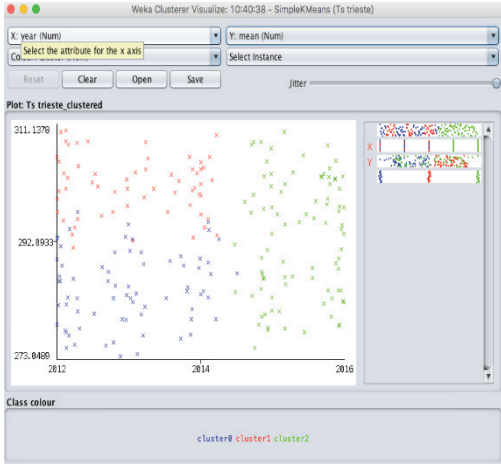
Bu çalışmada WEKA programı ve K-Means Yöntemi kullanılarak İstanbul ve Trieste şehirlerinin sıcaklık ve Albedo değerleri arasında karşılaştırılma yapılmıştır.Şekil 1 - Şekil 4 arası Trieste ve İstanbul şehirlerinin

K-Means algoritması sonuçlarını göstermektedir. Bu analiz gerçekleştirilirken 2012 -2016 yılları arasındaki Ts ve Albedo değerlerinin ortalamaları alınmıştır.

Özellikle Trieste ve İstanbul Sıcaklık küme sayısı 3 olarak saptanmış olup, her 3 kümedeki veri değişim oranı birbirine yakındır.

Bu sonuçlar YSA'da elde edilen sonuçları desteklemektedir.

WEKA programında Trieste ve İstanbul yüzey sıcaklığı için elde edilen sonuçlar : (2012-2016 yılları aralığı)

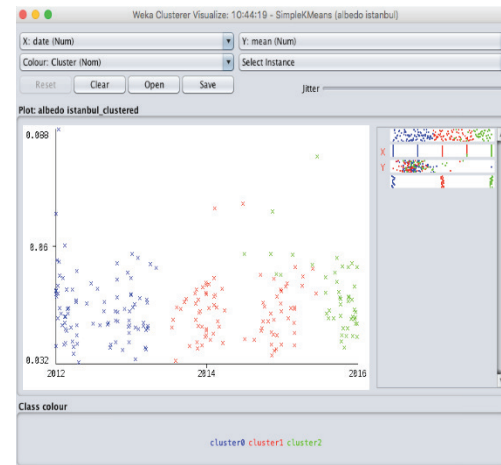
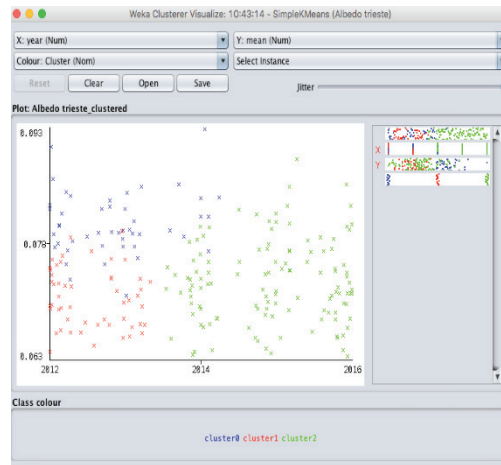


Şekil 1 : Trieste yüzey (hava) sıcaklığı

Şekil 2 : İstanbul yüzey (hava) sıcaklığı

WEKA programında Trieste ve İstanbul Albedo değerleri için elde edilen sonuçlar:

(2012-2016 yılları aralığı)



Şekil 3 : Trieste albedo değerleri

Şekil 4 : İstanbul albedo değerleri

3.2. Yapay Sinir Ağları Analizi

Uygulama temel olarak üç kısımdan oluşmaktadır. İlk adım olarak gerekli olan veriler normalize edilmiş ve MATLAB™ ortamına aktarılmıştır. Bütün incelemeler ve grafikler bu ortamda oluşturulmuştur. MATLAB™ ortamının kullanılmasındaki belli başlı sebepler büyük miktarda veriyi işleme konusunda sağladığı güç ve kolaylığın yanında, yapay sinir ağları hakkında önemli miktarda kütüphane barındırmasıdır. Bu kütüphaneler uzun çalışmalar sonunda oluşturulmuş olup, çalışmada gereken bütün özellikleri sağlamaktadır. Kullanılan veriler en başta her yıl için ayrı tablolar şeklinde olup, yapay sinir ağını eğitmek için her yılın verileri ayrı ayrı gruplandırılarak düzenlenmiştir. Bu gruplandırma sonucunda elde edilen verilerden maksimum ve minimum sıcaklık, aylık olarak maksimum sıcaklık farkı ve aylık standart sapma değerleri yapay sinir ağlarını eğitmek için kullanılmıştır. Bu karışım yapay sinir ağına ihtiyaç duyduğu veri ayrıntısını oluşturmakta ve böylece tahmin yeteneğinin artmasını sağlamaktadır (çizelge 2 ve 3). Yapay sinir ağı oluşturmak ve eğitmek için MATLAB™ ortamında bulunan Neural Network Toolbox™ kullanılmıştır. Bu araç, bir çok yapay sinir ağı mimarisini oluşturabilmekte ve farklı fonksiyonları ve eğitme algoritmalarını içermektedir. Bu çalışmada Neural Network traintool uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulamada iki katmandan oluşan bir yapay sinir ağı oluşturulabilmektedir. Yapay sinir ağına katmanda nöron sayısı sırasıyla 1'den 10'a kadar değiştirilerek hesaplamalar yapılmıştır. Gizli katmandaki nöron sayısının artışı yapay sinir ağına detayları kavrama yeteneğini arttırmaktadır, fakat gereğinden fazla nöron kullanımı ağı eğitmeyi zorlaştırmakta ve tahmin başarısının düşmesine sebep olmaktadır. Yapay sinir ağı eğitilirken, Levenberg-Marquardt algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma diğer seçeneklere göre hava durumu verisi gibi verilerde performansı iyi yönde etkileyen özelliklere sahiptir. Yapay sinir ağı eğitildikten sonra performans değerlendirmesine tabii tutulmuştur. Gizli katmandaki en uygun nöron sayısı ve YSA modelinin eğitiminde en düşük ortalama kare hatası (MSE) değerini bulmak için nöron sayısı birer birer artırılmıştır. Burada Ortalama Kare Hatası değerinin sıfıra yakın olması hedeflenmektedir.

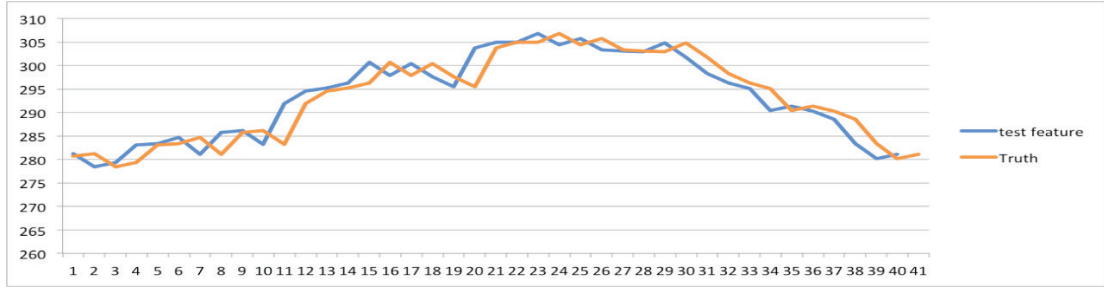
3.2.1. Trieste yüzey sıcaklık değerlerinin incelemesi

Çizelge 2: Trieste için yüzey sıcaklığı YSA eğitim verileri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Eğitim veri dönemi	Birim
179	01.01.2012-27.12.2015	Kelvin

Çizelge 3: Trieste için yüzey sıcaklığı YSA test verisi ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Test veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Kelvin



Şekil 5 : Trieste Ts değerlerinin model test verilerinin gözlemlerle karşılaştırılması

Şekil 5'te Trieste Şehrinin yüzey sıcaklık test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

Çizelge 4: Trieste Şehri yüzey sıcaklık değerleri için LM Algoritması YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 9 olarak saplanmıştır.

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9990	0,9970	292.90
2	0,9990	0,9970	292.88
3	0,9910	0,9980	292.99
4	0,9980	0,9970	292.97
5	0,6330	0,4010	310.60
6	0,9980	0,9970	292.95
7	0,9992	0,9985	292.96
8	0,9992	0,9985	292.93
9	0,9993	0,9987	292.97
10	0,9992	0,9984	292.97

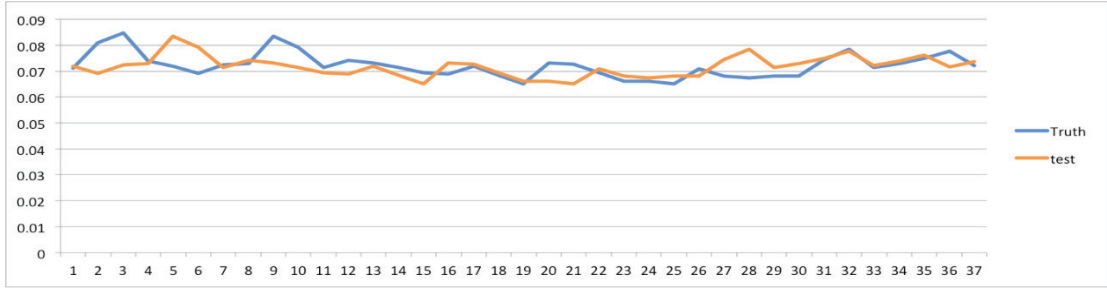
3.2.2. Trieste Albedo değerlerinin incelemesi

Çizelge 5: Trieste şehri için Albedo YSA eğitilen veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
181	01.01.2012-27.12.2015	Yüzde

Çizelge 6: Trieste şehri için Albedo YSA test veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
37	01.01.2016-24.11.2016	Yüzde

**Şekil 6 :** Trieste Albedo değerlerinin model test verileri ile karşılaştırılması

Şekil 6'da Trieste Şehrinin Albedo test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 6 olarak saplanmıştır.

Çizelge 7 : Trieste Şehri Albedo değerleri için LM Algoritması

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9150	0,836	-0.248
2	0,9284	0,861	-0.248
3	0,9210	0,848	-0.248
4	0,9040	0,818	-0.248
5	0,9280	0,862	-0.248
6	0,9287	0,8625	-0.248
7	0,9260	0,858	-0.248
8	0,9140	0,836	-0.248
9	0,9281	0,854	-0.248
10	0,8820	0,778	-0.248

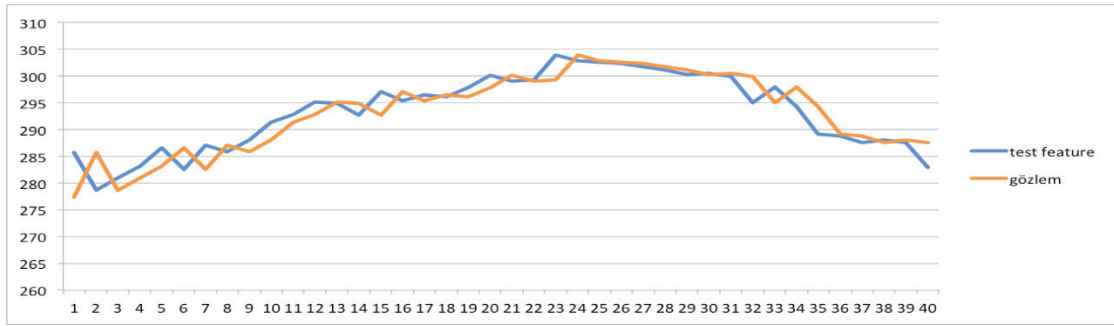
3.2.3. İstanbul yüzey sıcaklık değerlerinin incelenmesi

Çizelge 8 İstanbul şehri için yüzey sıcaklık YSA eğitilen veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
179	01.01.2012-27.12.2015	Kelvin

Çizelge 9 İstanbul şehri için yüzey sıcaklık YSA test veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Kelvin



Şekil 7 : İstanbul yüzey sıcaklık değerlerinin test verilerinin istatistiksel çizelgesi

Şekil 7'de İstanbul Şehrinin yüzey sıcaklık test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 6 olarak saplanmıştır.

Çizelge 10: İstanbul Şehri yüzey sıcaklık değerleri için LM Algoritması

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,9892	0,9785	292.313
2	0,9897	0,9796	292.318
3	0,9949	0,9899	292.197
4	0,9940	0,9820	292.339
5	0,9490	0,9011	291.862
6	0,9970	0,9950	292.319
7	0,7690	0,5910	291.110
8	0,9960	0,9930	292.386
9	0,9440	0,8920	291.995
10	0,9960	0,9930	292.311

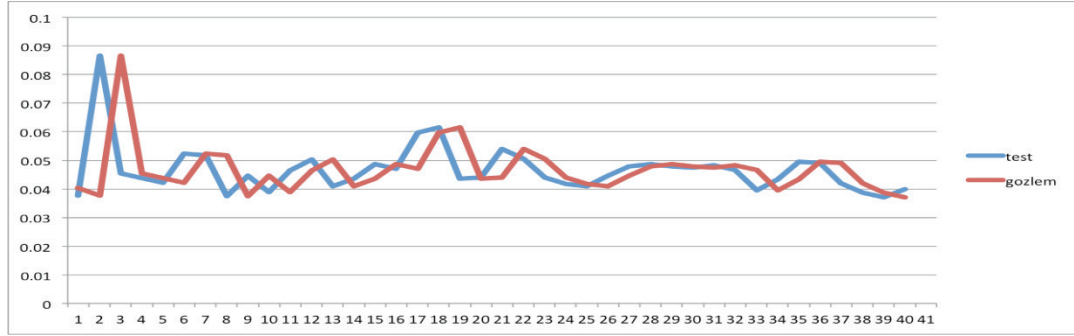
3.2.4. İstanbul Albedo değerlerinin incelemesi

Çizelge 11: İstanbul için YSA eğitilen Albedo veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
184	01.01.2012-27.12.2015	Yüzde

Çizelge 12: İstanbul için YSA test Albedo veri ve dönem bilgileri

Veri sayısı	Veri dönemi	Birim
40	01.01.2016-24.11.2016	Yüzde



Şekil 8 : İstanbul Albedo değerlerinin test ve gözlem verilerinin karşılaştırılması

Şekil 8'de İstanbul Şehrinin Albedo test ve gözlem değerlerinin karşılaştırılması sunulmaktadır.

Çizelge 13: İstanbul Şehri Albedo değerleri için LM Algoritması YSA modellemesinde en iyi nöron sayısı 4 olarak saplanmıştır.

Nöron Sayısı	Test (R)	(R2)	MSE
1	0,943	0,889	-0.224
2	0,947	0,897	-0.224
3	0,954	0,910	-0.224
4	0,9570	0,916	-0.224
5	0,952	0,908	-0.224
6	0,953	0,908	-0.224
7	0,952	0,907	-0.224
8	0,953	0,909	-0.224
9	0,955	0,912	-0.224
10	0,940	0,885	-0.224

4. SONUÇLAR

Bu çalışmanın amacı, İstanbul ve Trieste şehirlerinin 2012-2016 sıcaklık ve Albedo verilerini kullanarak sıcaklık değerlerini tahmin etmektir. Bu araştırma çalışması, İstanbul (Kandilli) ve Trieste için sıcaklık ve Albedo değerlerinde beklenen değişimlerin saptanmasına çalışılmıştır.

İstatistiksel ve modelleme olmak üzere iki analiz bölümünden oluşmaktadır. Birinci bölümde inceleme bölgesi olarak her ikisi de Akdeniz Bölgesi genel iklim özelliklerini taşıyan İstanbul (Kandilli) ve Trieste şehirleri seçilmiştir. Yapay Sinir Ağları Yöntemini kullanmak üzere veri ön işlem aşamasında eksik veriler, komşu değerlerin aritmetik ortalaması alınarak tamamlanmıştır. Ayrıca WEKA programı yardımı ile veri kümelemesi yapılmış, karşılaştırma sonucunda her iki ilde de sıcaklık ve Albedo değerlerinin inceleme döneminde iki kategoride toplanabileceği sonucuna varılmıştır. Zaman serisi analizine göre, İstanbul ve Trieste için 2014-2015 yılları arasında ortalama sıcaklık değerlerinde artış, 2016 yılında ortalama sıcaklık değerlerinde düşüş gözlemlenmiştir. Modelleme bölümünde MATLAB-Yapay Sinir Ağları modellemesinden yararlanılmıştır.

Genel sonuç olarak, İstanbul ve civarı için şehirdeki yüksek nüfus yoğunluğu, şehir mikro iklimi üzerinde önemli rol oynamaktadır. Ayrıca sanayi bölgelerinin yerleşim bölgeleri yakınlarında bulunması da önemli çevre kirliliği vb. sorunlara yol açmaktadır. Fabrikaların atıkları, sebep oldukları trafik ve diğer etkenlerle beraber havaya salınan sera gazlarına bağlı olarak şehirde önemli miktarlarda yerel sıcaklık değişimi görülmektedir. Trieste Şehrinin sıcaklık ve Albedo değerlerinin zamansal değişiminin incelenmesi sonucunda bu şehir ve civarı için önemli bir sıcaklık artışının beklenmediği vurgulanabilir. Bu durum şehir bina ve nüfus yoğunluğunda önemli değişim gözlenmemesi ile açıklanabilmektedir. Böylece sahip olduğu doğal alanlar da uzun süre korunabilmektedir. Şehrin ana geçim kaynağı turizmdir ve merkeze çok yakın bölgelerde sanayi tesisleri oranı azdır. Şehir koruları ve çevresinde bulunan yeşil alan oranının fazla oluşu da sera gazlarının ısınma üzerindeki etkilerinin görülmesini önlemektedir. Çalışmanın spesifik sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir: Ortalama yüzey sıcaklığı değerleri zaman serileri Trieste için inceleme döneminde önemli bir değişim göstermemekle beraber, İstanbul için son dönemde minimum değerlerde düşüş göstermektedir. 2015 yılında her iki şehirde diğer yıllara göre maksimum, minimum ve ortalama sıcaklık değerleri biraz daha yüksek kaydedilmiştir.

Yüze gelen güneş radyasyonunun yüzeyden yansıyan radyasyona oranını belirten yüzey Albedo değerlerinde önemli bir değişim gözlenmemektedir. Her iki inceleme bölgesi değişimi birbirine benzer yapı göstermektedir. İstanbul için inceleme döneminin ilk yarısında minimum, maksimum Albedo değerleri arasındaki farkın daha fazla olduğu vurgulanabilir.

YSA yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerinin zamansal değişiminin tahmininde yüksek güvenle kullanılabilir, ($\alpha = 0,001$). Model sonuçları ve gözlem verileri arasında her iki inceleme bölgesi için anlamlı ilişki saptanmıştır.

YSA modelleme sonuçları genel olarak yüzey sıcaklığı ve Albedo değerlerini yüksek güvenilirlikle tahmin etmektedir.

Bu çalışma veri kısıntı nedeniyle iki şehir merkezi örneğiyle yürütülmüştür ancak sanayi bölgesine yakın ilçeler ve şehir merkezinin karşılaştırılması şehirleşme politikalarının saptanması açısından önemli olacaktır.

Çizelge 14 YSA ile yapılan analizin sonuçları

	Dönem	R²	MSE
İstanbul Albedo	01.01.2016-24.11.2016	0.95	-0.224
Trieste Albedo	01.01.2016-24.11.2016	0.86	-0.248
İstanbul yüzey sıcaklık	01.01.2016-24.11.2016	0.995	292
Trieste yüzey sıcaklık	01.01.2016-24.11.2016	0.999	293

Çizelge 14'e göre Trieste için yüzey sıcaklığının tahmin başarısı İstanbul için elde edilen başarıya çok yakın olup, %0,4°K daha yüksektir. Model performansı Albedo tahminleri için İstanbul'da daha yüksektir.

Çizelge 15 WEKA programı ile elde edilen kümeleme sonuçları

	1.küme	2.küme	3.küme
İstanbul Albedo	92(41%)	85(38%)	47(21%)
Trieste Albedo	47(21%)	52(24%)	122(55%)
İstanbul yüzey sıcaklık	67(31%)	65(30%)	87(40%)
Trieste yüzey sıcaklık	72(33%)	60(27%)	87(40%)

Çizelge 15'de üç ayrı Albedo kümesine giren değerlerin oranı %21 ile %55 arasında değişmiş olup, farklılık göstermiştir. Buna karşın yüzey sıcaklığı kümelerine giren gözlem sayısı yüzdesi (%27 ile %40) her iki şehirde birbirine çok daha yakındır.

Sonuç olarak Albedo değerlerin değişimi her iki şehirde önemli farklılık göstermektedir.

Bu araştırma çalışmalarında elde edilen ön bilgiler, arazi sınıflandırma, arazi kullanım, şehirleşme, planlama vb. çalışmalarda girdi verisi olarak kullanılabilir.

Conflict of Interests/Çıkar Çatışması

Authors declare no conflict of interests/Yazarlar çıkar çatışması olmadığını belirtmişlerdir

KAYNAKÇA

Abercrombie, S.P. ve M.A. Friedl, 2016. Improving the Consistency of Multitemporal Land Cover Maps Using a Hidden Markov Model. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 54(2):703-713.

Duman Yüksel, Ü. ve O. Yılmaz, 2008. Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 23(4), 937-952.

Eyvazov, A., 2019. Yapay Sinir Ağları ile Güneş Enerjisi Potansiyelinin Modellenmesi ve Güneş Pilleri Verim Analizi, İAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Işık E. ve M. Inallı, 2018. Artificial neural networks and adaptive neuro-fuzzy inference systems approaches to forecast the meteorological data for HVAC: The case of cities for Turkey. *Energy*, 154, 7-16.

Mamizadeh, S. 2019. Yapay Sinir Ağları İle Yüzey Sıcaklık ve Albedo Modellemesi, İAÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Wan, Z. 2014. New refinements and validation of the collection-6 MODIS land-surface temperature/emissivity product. *Remote Sensing of Environment*, 140, 36-45.

SAMPLE MANUSCRIPT SUBMISSION TO

AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA)

[TITLE COMES HERE]

[Author1]¹, [Author2]², [Author3]³¹ [Name of the Department, Faculty and University]² [Name of the Department, Faculty and University]

[e-mails]

Abstract

Authors are responsible for submitting a complete manuscript, including an abstract of not more than 200 words, author affiliation(s) and contact details, and a final reference list, a list of image credits, and all diagrams, tables, figures, captions, and footnote citations.

It is not the responsibility of the editors to add material to your manuscript. If you do not provide all the necessary sections you will be asked to add any missing material prior to editing which may eventually delay publication.

Articles carry an abstract of no more than 200 words under the title. An abstract must give a sense of the focus, scope, argument and (please) conclusions of the whole paper.

Author(s) affiliation, postal address, and email included on an unnumbered note above the first footnote. The author note may also be used for any acknowledgements.

Keywords: [5 keywords should be given]

[TÜRKÇE BAŞLIK]**Özet**

Türkçe özet verilecektir. İngilizce metinler için türkçe özet, türkçe metinler için ingilizce özet verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: [5 adet anahtar kelime verilmelidir]

1. INTRODUCTION

The introduction should include the objectives of the work and an adequate background. Literature survey should also be a part of this section.

The authors must implicitly accept that their submission has been neither published nor submitted to another journal. If a major part of the paper has already been published, the paper cannot be accepted for publication in *Aurum Journal of Engineering Systems*. Papers that have been submitted in proceedings can be accepted for publication only if substantial extensions to the original proceeding paper are made, and some additional methodological contributions possibly with more significant impact than the extension results are offered.

Original papers, review articles, case studies, short communications, book reviews, letters to the editors are welcome. Please ensure that you select the appropriate article type from the list of options when making your submission. Authors contributing to special issues should ensure that they select the special issue article type from this list. Any comment on or discussion of a published paper should be submitted within six months of the online publication of the paper under discussion.

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. You may choose to submit your manuscript as a single file to be used in the refereeing process. This can be a PDF file or a Word document, in any format or layout that can be used by referees to evaluate your manuscript. It should contain high enough quality figures for refereeing. If you prefer to do so, you may still provide all or some of the source files at the initial submission.

1.1 Main Body

Main body of the text may be divided into multiple sections depending on the depth of analysis and results given in the paper. This section should first extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for the results. Then results and discussion should be presented. Results should be clear and concise.

Manuscripts should be submitted in size 12 in a readable font (Times, Arial, Calibri, etc.) (First submission). The main text and footnotes should both be double spaced and left-aligned (ragged right). Formatting the manuscript in this way is a courtesy which aids screen readability and the use of track changes and comment tools used in the editing and review process.

Short papers are encouraged since the journal pages are limited. The references should be prepared according to the journal style described below. It is the responsibility of the authors to format the references in accordance with the journal's citation style. If you do not follow these guidelines you will be asked to reformat your paper prior to editing and this may ultimately cause publication delays.

Articles should not generally exceed 40 pages (double-spaced, 12 point Times New Roman or similar font with 2.5 cm - 1 inch margins) including the reference list.

Titles and subtitles in the article are to be capitalized sentence style (i.e., only the first word and proper nouns).

Tables, figures and images can be submitted as part of the source files with a full caption provided in an appropriate format (see below-Fig 1). With the exception of photos or screenshots, we expect that tables and figures are submitted in an editable format.

Digital files of images should be of the maximum size and resolution possible, with a minimum resolution of 300 dpi (min. length 15 cm.), and are to be provided as separate files. Authors are responsible for acquiring their own image permissions.

Graphs, charts and tables should be provided in an editable format (either word processor or spreadsheet), not as static images. Authors are responsible for acquiring permission to use datasets and for the accuracy of the data they use.

$$D = \lim_{r \rightarrow 0} \frac{\log C(r)}{\log r} \quad (1\text{-example of formulas})$$



Figure 1. [Figure title comes here/ example of figure]

1.1.1 [Third degree title]

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Table1. [Example of Table caption]

Recordings		A	B
Instrument	Mode		
X	Y	C	D

2. CONCLUSIONS

The main conclusions of the study may be presented in this section.

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture publishes novel articles in English only. The preferred spelling is US English, except in citations of works published in UK English. All non-English words found in an unabridged US English dictionary should be treated as English words.

In line with Chicago manual advice, Aurum follows the *Merriam Webster's Collegiate Dictionary* as a source for standard US spellings, including hyphenated and capitalized forms.

Aurum Journal of Engineering Systems and Architecture follows standard US capitalization practices as per the Merriam Webster's Collegiate Dictionary (www.merriam-webster.com).

Titles of published works are always to be capitalized in headline style (i.e., all the nouns and verbs, but not the articles or prepositions unless they begin a sentence or subtitle). Aurum applies this rule to Turkish titles even where the original title is in sentence style, as in French or German titles. Thus:

Raiffa, H., Schlaifer, R. *Applied Statistical Decision Theory*. Cambridge: Harvard Business School, 1961.

Integer numbers in Arabic numerals are required for all items like equations, references, figures, tables, theorems, algorithms, proofs, notes, or any item you want to number across the paper. American separators for thousands (,) and decimals (.) are used. Thousands separators are not used for page numbers:

Every year, approximately **7,500** foreign flagged ships visit US ports, carrying the bulk of shipments into the US, including 175 billion gallons of oil and other fuels.

The transportation industry made \$56 billion revenue out of port service operations, whereas federal, state, and local agencies were able to collect \$ **16.1** billion of taxes.

Wein, L. M., Wilkins, A.H., Baveja, M., and Flynn, S. "Preventing the importation of illicit nuclear materials in shipping containers," *Risk Analysis*, 26(3), **1377–1393**, 2006.

Numbers higher than 999,999 are written out with a combination of decimal numbers and words: The market for digital games grew 8 percent from 2014 to **\$61 billion**, according to a new report from gaming intelligence firm SuperData Research.

In the main text, tables, charts, and figures the abbreviated symbol % for percentages may be used.

Ranges of dates or page numbers take a single en dash (–):

Gupta, N., and Kumar, S. "Stochastic comparisons of component and system redundancies with dependent component," *Oper. Res. Lett.*, 42, **284–289**, 2014.

3. REFERENCES

List only those references that are cited in the text. References in the text should be cited by the author's surname and the year of publication, for example Brown (2013). If the reference has two or three authors, cite all the authors' surnames and the year of publication, for example Brown, Kaplan and Jenkins (2004). If the reference has three or more authors, cite the first author's surname followed by et al. and the year of publication – Brown et al. (2005)

If there is more than one reference by the same author with the same year of publication, the first citation appearing in the text would read Brown (2006a), the second citation would read Brown (2006b), etc. At the end of the paper list references alphabetically by the last name of the first author. Examples are provided below. For journal articles:

Wortman, M.A., G-A. Klutke, and H. Ayhan. 1994. A maintenance strategy for systems subject to deterioration governed by random shocks. *IEEE Transactions on Reliability* (43) 3, 439-445.

For books:

Bersekas, D.P. 1999. *Nonlinear Programming*. Athena Scientific, Belmont.

For conference proceedings:

Bakır, N.O., and E. Kardeş. 2011. A stochastic game model on container security. *Proceedings of the IEEE International Conference on Technologies for Homeland Security*, Waltham, MA.

For chapters in a book:

Maybury, M.T. 2001. Intelligent user interfaces for all. In *User interfaces for all: Concepts, methods and tools* ed. C. Stephanidis. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ, 65-80.

For working papers:

Gehrig, T., W. Güth, and R. Levinsky. 2003. "Ultimatum offers and the role of transparency: An experimental study of information acquisition". Working Paper No. 16-2003, Max-Planck Institute for Research into Economic Systems, Jena, Germany.

For technical reports:

Kwon, O.K., and R.H. Pletcher. 1981. "Prediction of the incompressible flow over a rearward-facing step". Technical Report No. HTL-26, CFD-4, Iowa State University, Ames, IA.

For online articles:

Isidore, C. 2002. Hope in West Coast port talks. In *CNN Money*, available in <http://money.cnn.com/2002/10/02/news/economy/ports/>, last accessed September, 2009.

**AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture
(A-JESA)**

COPYRIGHT TRANSFER FORM

Transfer of copyright from the Author(s) to Publisher is required for each paper in order to protect both from the consequences of unauthorized use of its contents. Consequently, as a condition to publication it is essential that authors grant the **AURUM - Journal of Engineering Systems and Architecture (A-JESA) published by Faculty of Engineering and Natural Sciences of Altınbaş University** - all the rights, including the subsidiary right, of their article. However, authors retain the right to use their article without charge in any book of which they are the authors or editors, after it has appeared in the Journal.

Title of Article:

Author(s) Name(s):

Date and Signature(s):

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.

Whereas **(A-JESA)** is undertaking to publish and to broadcast via Internet the article above named <http://aurum.altinbas.edu.tr/en/journal-of-engineering-systems-and-architecture> of which the undersigned is Author, the Author grants and assigns exclusively to **(A-JESA)** for its use, all rights of whatsoever kind or nature now or hereafter protected by the Copyright Laws (common or statutory) of the Turkey and all foreign countries in all languages in and to the below named article, including all subsidiary rights. **(A-JESA)**, in turn, grants to the Author the right of republication in any book of which he or she is the author or editor, subject only to his or her giving proper credit in the book to the original publication of the article by **(A-JESA)**. The Author guarantees that the article furnished has not been published previously elsewhere. Otherwise, the Author guarantees that if it has been previously published in whole or in part in a copyrighted medium the Author will submit an assignment of copyright to **(A-JESA)** and the Author will submit the copy for credit lines with the manuscript. The author warrants that the manuscript is the author's original work. If the work was prepared jointly, the author agrees to inform co-authors of the terms of this agreement. The author also warrants that the article contains no libelous or unlawful statements, and does not infringe on the rights of others.

Please fill the "title of article", "author(s) name", "date" sections of this document. Then sign, scan and send this originally signed document by e-mail to osman.ucan@altinbas.edu.tr

Retain a copy for your own files. For jointly authored articles, all the joint authors should sign or one of the authors should sign as an authorized agent for the others.