

KISMI ZAMANLI ÇALIŞAN PERSONELLERİN ÇİZELGELENMESİ: KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ MERKEZ KÜTÜPHANESİ ÖRNEĞİ

Ayşe YELEK¹, Betül DEMİREL², Hacı Mehmet ALAĞAŞ³, Tamer EREN⁴

Öz

Günümüzde, personel çizelgeleme çok geniş bir alana yayılmış olup işlerin aksaması için önemlidir. Personeller genellikle işyerlerinde vardiyalı olarak çalışmaktadırlar. Buna bağlı olarak verilen hizmetin çok iyi bir şekilde yerine getirilmesi için günlük çalıştıkları vardiyaların düzenli ve sistemli bir biçimde planlanması gerekmektedir. Bu çalışmada da Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışan kırk öğrencinin bir aylık periyotta vardiya düzeninin belirlenmesi problemi ele alınmıştır. Öğrencilerin özel istekleri de dikkate alınarak, problemin çözümünde hedef programlama yöntemi kullanılmıştır. Hedef programlamada her bir öğrencinin sabah ve öğleden sonra vardiyalarının sayısının eşit olması amacıyla iki hedef belirlenmiştir. Hedef programlama modeli ILOG Cplex Optimizasyon programı ile modellenmiştir ve problemin çözümü elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hedef Programlama, Personel Çizelgeleme, Vardiya Çizelgeleme, Kısmi Zamanlı Çalışan

Part Time Staff Scheduling: Kırıkkale University Central Library Application

Abstract

Today, personnel scheduling is spread over a very large area and is important to prevent the disruption of works. There is usually a shift-based working system in the work places of these personnel. Therefore, in order to ensure that the service provided is performed in a very good manner, the daily work shifts need to be planned in a systematic and regular manner. In this study, the problem of determining the shift order of forty students working in Kırıkkale University Central Library for a period of one month is dealt. The goal programming method is used to solve the problem with considering the special conditions of the students. In the goal programming model, two goals have been identified in order to ensure that morning and afternoon shifts' numbers are equal for each student. The goal programming model was modeled by ILOG Cplex Optimization program and the solution of the problem is obtained.

Keywords: Goal Programming, Staff Scheduling, Shift Scheduling, Part Time Employee

- 1 Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü-Kırıkkale/Türkiye ayse_yelek@hotmail.com
- 2 Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü -Kırıkkale/Türkiye betuldemirel34@hotmail.com
- 3 Dr. Öğr. Üyesi, Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü -Kırıkkale/Türkiye hmalagas@gmail.com
- 4 Doç. Dr. Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü-Kırıkkale/Türkiye tamereren@gmail.com

Giriş

Personel çizelgeleme problemleri ilgili işyerinin kuralları doğrultusunda, her çalışanın çalışma tercihlerini dikkate alarak çeşitli hizmet türlerini karşılamak adına nitelikli personeller tahsis edilmesi gereklidir. Vardiya çizelgeleme problemi, personel çizelgeleme problemleri arasında en çok ele alınan problem çeşidi olarak gösterilebilir. Vardiya çizelgeleme problemi, fabrikalar veya işletmeler vardiya çizelgeleme ile personel için bir çalışma planı yaparak personel memnuniyeti, verimliliği, işletme giderleri ve zaman gibi konularda iyileştirmeler yapabilmek için kullanılabilir.

Bu çalışmada ele alınan konu Kırıkkale Üniversitesi Rauf Denktaş Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışan öğrencilerin çizelgelenmesidir. Bu konu bir personel çizelgeleme problemidir. İdari bölümde 5, sürekli yayınlar salonu 1, kataloglama bölümü 3, engelli destek bölümü 1, görsel işitsel bölümü 2, ödünç verme birimi 3, bilgisayar laboratuvarı bölümü 1, kısmi zamanlı çalışan öğrenci sayısı 40 olmak üzere toplam da 56 çalışan vardır. Çalışmada büyük bir kısmını oluşturan 40 öğrenci için 23 günlük özel kısıtları göz önüne alarak vardiya çizelgesi oluşturulmuştur. Toplamda 40 öğrencinin aylık çalışma çizelgesi yapılması hedeflenmiştir ve işgücü minimize edilmeye çalışılmıştır. Çizelgelemeyi yaparken çalışanların sayıları ve özel durumları aynı anda değerlendirerek çizelgeleme oluşturulmuştur. Vardiya saatleri sabah 09.00-12.00, öğlen 13.00-16.00 olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada problemin hedef programlama yöntemi ile çözülmesi hedeflenmiştir. Matematiksel model oluşturulmuştur. Parametreler belirlenmiş, karar değişkeni tanımlanmış, özel durumları da dikkate alarak kısıtlar oluşturulmuş, son olarak da hedefler belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmanın ilk bölümünde personel çizelgeleme hakkında bilgi verilmiştir. İkincisi bölümde ise kullanılan yöntem olan hedef programlama anlatılmıştır. Sonrasında literatürde yapılan çalışmalar incelenmiştir. Dördüncü adımda kısmi zamanlı çalışan öğrencilerin çizelgelenmesi için hedef programlama modeli oluşturulmuş ve sonuçları elde edilmiştir. Son olarak yapılan uygulamanın sonuçları, ileride yapılabilecek çalışmalar için öneriler yer almaktadır.

Personel Çizelgeleme

Personelin etkin çizelgelenmesi hizmet sistemlerinin zor işlerinden birisidir. Personel eksikliği toplam personel maliyetlerini düşürürken hizmet kalitesinin zayıf kalmasına neden olmakta, personel fazlalığı ise personel maliyetlerini yükseltirken gereksiz kaynak kullanımına neden olmaktadır.

- ❖ Hizmetlerin zamanlaması ve sıralanması,
- ❖ Personel ve iş arasındaki denge,

- ❖ Belirli bir zamanda ve yerde olması gereken hizmetin gecikmesiz olarak gerçekleşmesi,
- ❖ Personelin yasal haklarının korunması ve iş güvenliği gibi konular iyi bir çizelge ile çözülebilir (Kılıç, Kurt ve Seçkiner, 2004).

Vardiya çizelgelemesi ise personel çizelgelemesinin özel bir halidir. Vardiya çalışması güvenlik, ulaşım, iletişim ve sağlık endüstrisi gibi hizmet ya da üretimin ekonomik ve kamusal açıdan sürekliliği olan alanlarda sıklıkla kullanılan bir sistemdir. Vardiya çizelgeleme problemleri bir kurum veya kuruluşta çalışan personellerin belirlenmiş olan vardiyalara kurumun çalışma koşullarını yansıtarak düzenli ve sistemli bir çalışma planı oluşturmaktır. Bir kurum ve kuruluşta aylık, haftalık ve ya yıllık şekillerde vardiya çizelgelemesi yapılabilir. Bu çizelgelemlerde bazen çalışan personellerin özel izin ve istekleri yerine getirilerek, bazen de personelleri uzman oldukları iş kollarına atayarak çalışma planlarına ek olarak değerlendirilebilmektedir.

Vardiya Çizelgeleme konusunda ilk olarak George Bernard Dantzig çalışmıştır. Amacı her grup için maliyeti minimize ederek, gerekli personel ihtiyacını sağlamaktır. Vardiya çalışması güvenlik, ulaşım, iletişim ve sağlık endüstrisi gibi hizmet ya da üretimin ekonomik ve kamusal açıdan sürekliliği olan alanlarda tercih edilen bir sistemdir.

Vardiyalı çizelgeleme, başlangıç ve bitiş saatlerinin işletmenin yapısına ve faaliyet gösterdiği işkoluna göre değişiklik gösteren işgücünü, maliyetleri minimize ederek, maksimum fayda elde etmeyi amaçlayan bir sistemdir. İş günü genellikle sabah, akşam ve gece vardiyası olarak bölümlendirilir.

İşgücü tahsisi ve personel şeması, zaman içinde değişen kaynaklara olan talebi karşılamak için iş programlarının düzenlenmesi ve personelin görev değişikliği ile ilgilenmesini ele alır. Bu problemler hizmet operatörlerinde, örneğin telefon operatörlerinde, hastane hemşirelerinde, polis memurlarında, ulaşım personeline ve benzeri durumlarda çok önemlidir. Bu ortamlarda işler uzun dönemli ve düzensizdir ve personel gereksinimleri zaman içinde dalgalanmaktadır. Programlar tipik olarak ekipman gereklilikleri, birleşme kuralları vb. tarafından belirlenen çeşitli kısıtlamalara tabidir. Ortaya çıkan problemler kombinasyonel olarak zor olma eğilimindedir. Bu da problemin NP-HARD yapıda olmasına sebep olmaktadır (Pinedo, 2005).

Vardiya çizelgeleme probleminin çözümü için matematiksel modellemelerden, sezgisel algoritmalarından veya her ikisini birden kullanarak model oluşturulur. Matematiksel modeller: doğrusal programlama, tam sayılı programlama, hedef programlama, dinamik programlama kullanılabilir.

Hedef Programlama

Hedef programlama çok kriterli karar verme tekniklerinden bir tanesidir. Bu yöntem de amaç fonksiyonun maksimizasyonu ya da minimizasyonu yerine var olan kısıtlarla belirlenen hedeflerden sapma değişkenleri minimize yapılmaya çalışılmaktadır. Yani hedef programlamada sorunun amacı, sapmayı ifade eden değişkenlerin toplamının minimize edilmesidir.

Sapma değişkenleri hedef programlamada genellikle d_i^+ ve d_i^- simgesiyle gösterilir. Sapma değişkenleri negatif değerli olmazlar ve bir hedefin hem üstünde hem altında bir anda olunamayacağından, bunlardan birinin değeri de daima 0 olur. Hedef kısıtlayıcılarına bağlı olarak sapma değişkenleri istenen veya istenmeyen değişken olarak da adlandırılabilir. Hedef programlama her amacın verilen hedeflere mümkün olduğunca ulaşmasını amaçlar ve hedefteki sapmaları minimize etmektir (Ignizio, 1985).

Matematiksel modelin gösterimi şu şekildedir:

Hedef programlamada değişkenler:

x_j : j. Karar değişkeni	$j=1, \dots, n$	
d_i^+ : i. hedefin pozitif sapma değişkeni	$i=1, \dots, k$	
d_i^- : i. hedefin negatif sapma değişkeni	$i=1, \dots, k$	
a_{ij} : i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı	$i=1, \dots, k$	$j=1, \dots, n$
:i. Hedef için ulaşılmak istenen değer	$i=1, \dots, k$	

Genel gösterimi ise şu şekildedir:

$$\begin{aligned} \text{Minimize } z &= \sum_{i=1}^m (d_i^+ + d_i^-) & i=1, \dots, k & \quad j=1, \dots, n \\ x_j, d_i^+, d_i^- &\geq 0 & i=1, \dots, k & \quad j=1, \dots, n \end{aligned}$$

Literatür Çalışması

Personel çizelgeleme problemi, literatürde en çok ele alınan problemlerden bir tanesidir. Bu çizelgeleme problemlerinin çözümünde kullanılan yöntemlerden bazıları matematiksel modellemeler, yapay zekâ ve sezgisel yöntemlerdir.

Sarucan (1999) vardiya ve tur çizelgeleme modellerini incelemiş, Bütünleşik Hemşire Çizelgeleme modeli hafif raylı sisteme uygulanmış çıkan sonuçlar analiz edilmiştir. QSB ve Excel programları kullanılmıştır.

Kakmacı ve Hasgöl (2004) çalışmasında öğretmen nöbet çizelgelerini ele almıştır. Görev çizelgesi oluşturmanın eğitim kurumlarında uygulanan özel bir şeklidir. Bu nedenle problemin gösteriminde karar modellerinden yararlanılmış,

modellerin çözümünde ise Lingo paket programının MS-Excel ve MS-Access programlarıyla bütünleşik çalışması sağlanmıştır.

Kılıç vd. (2004) personel çizelgeleme için kullanılabilir pratik sezgisel yaklaşımlar örneklerle açıklanmış ve tartışılmıştır.

Kurt ve Seçkiner (2005) çalışmalarında, maksimum hizmetin minimum zorlanma ile karşılanması için tur çizelgelerine rotasyon çizelgelerinin entegre edilmesine dayalı bir tamsayı programlama modeli önerilmiş ve modelin geçerliliği denenmiştir.

Azaiez ve Sharif, (2005) çalışmalarında, Riyadh Al-Kharj Hastanesinde 0-1 tam sayılı hedef programlama yaklaşımını kullanarak bir hemşire çizelgeleme problemini incelemişlerdir. Hemşirelerin isteklerini öğrenmek için anket çalışması yapılmıştır. Çalışmada fazla mesai gibi durumları minimize etmeyi amaçlarken hemşirelerin istekleri de göz önünde bulundurulmuştur. Hedef programlama modeli ile problemin çözümü sağlanmıştır.

Kağncıoğlu ve Yıldız (2006) Dumlupınar Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü sınavları ve sınav görevlileri veri olarak kullanılmış, birden fazla amaç ve hedeflerde belirsizlik olması durumlarında, 0-1 tamsayı bulanık hedef programlama yaklaşımı ile atama problemlerinin çözümü için model önerisinde bulunulmuştur. Kalaycı (2008) çalışmada sınavların çizelgelenmesi için, zorunlu kısıtların sağlanması ön koşulu ile zor olan sınavların birbirinden daha uzak zaman dilimlerine atanmasıyla en uygun sınav dönemi yayılımını sağlamaya yönelik iki farklı genetik algoritma modeli geliştirilmiştir.

Çetin, Irmak ve Kuruüzüm (2008) çalışmalarında uçuş ekibi planlanmasında tam sayılı programlama ile çözüm üzerinde durulmuştur. Öncelikle yurtiçi ve yurtdışı toplam 178 uçuş 89 uçuş çiftine dönüştürülmüş, 0-1 tamsayı programlamanın bir sınıfı olup ekip çizelgelemede kullanılan küme bölme modeli yöntemiyle çözülmüştür.

Narlı ve Oğulata (2008) çalışmalarında bir hastanede yoğun bakım hemşireleriyle görüşülerek ve konuyla ilgili yapılmış çalışmalar da incelenerek dikkate alınması gereken kısıtlar belirlenmiş, ardından tamsayı doğrusal programlama tekniğiyle genel anlamda kullanılabilir matematiksel model kurulmuştur. Kurulan model uygulanmış ve LINGO paket programı yardımıyla optimum çözümü bulunmuştur.

Aydın (2009) çalışmasında tren çizelgeleme problemi üzerinde durulmuştur. Tren çizelgeleme etkinlikleri, kendi içerisinde taktik düzeyde çizelgeleme ve operasyonel düzeyde çizelgeleme olarak ikiye ayrılmaktadır. Problemin çözümünde tamsayı programlaması şeklinde formüle edilen problem için sezgisel bir indirgeme algoritması geliştirilmiştir.

Glass ve Knight (2010) çalışmalarında karışık tam sayılı programlama yöntemini kullanarak, hemşireler için nöbet çizelgeleme problemini incelenmişlerdir.

Günther ve Nissen (2010) çalışmalarında meta-sezgisel optimizasyon olan parçacık sürüm optimizasyonunu kullanmış, lojistik şirketi çalışanlarına çizelgeleme yaparak uygulamaya koymuşlardır.

Karaatlı (2010) çalışmasında, 7 gün 24 saat çalışan hemşirelerin çalışma çizelgelemesi için bulanık çok amaçlı doğrusal bir model önerisinde bulunulmuştur. Bu çalışma ile optimum vardiyalar ve bu vardiyalarda çalışacak hemşire sayıları belirlenmiştir. Problemin bir sonraki aşamasında, dört kısıt belirlenerek bir bilgisayar programı yazılmıştır. Aynı bilgisayar programı üzerinde genetik algoritma yöntemi uygulanarak her iki yöntemin atama planı kıyaslanmıştır.

Brunner ve Edenharter (2011) hastanede çalışan personellerin çalışma çizelgesini karışık tam sayılı programlama modeli kurarak sezgisel algoritma ile çözmüşlerdir.

Fırat ve Hurkens (2011) çalışmalarında kıdeme göre farklı yetenek isteyen işleri o kişilere, tam sayılı programlama kullanarak atayarak iş düzeni çizelgelemesi yapmışlardır.

Atmaca, Aydoğdu, Pehlivan ve Yakıcı (2012) Ankara Güven Hastanesi a blok 2. kat'taki hemşirelerin vardiya düzenlerine ilişkin çalışmada 0-1 amaç programlama modeli temel alınmıştır. Çalışmalarının sonucunda, en az maliyetli, müşteriler açısından en yüksek memnuniyeti sağlayan, hemşireler açısından da en adil ve dengeli bir dağılım sağlayan çizelge oluşturulmaya çalışılmıştır.

Bağ, Özdemir ve Eren (2012) çalışmalarında Kırıkkale'de bir Devlet Hastanesinde Üroloji-KBB Servisinden alınan verilerle, 0-1 tamsayı hedef programlama ile hemşire çizelgeleme yapılmıştır. Çalışmada 5 hedef kullanılmış ve hedeflerin ağırlıkları ANP çok ölçütlü karar tekniği ile belirlenmiştir.

Bektur ve Hasgül (2013) çalışmalarında bir restoranda personelin çizelgelenmesi problemi incelenmiştir. Çalışanların vardiyalara, tatil günlerine ve görevlere atanması için hedef programlama modeli geliştirilmiştir. Modelde çalışan istekleri ve becerileri göz önünde bulundurulmuştur. Geliştirilen hedef programlama modelinde kıdem seviyeleri dikkate alınarak gevşek kısıtlardan sapmalar en küçüklenmiştir.

Gültekin ve Eren (2014) bu çalışmada, demiryolu tren çizelgelemesi üzerinde durulmuştur. Önerilen 0-1 tamsayı matematiksel model, gerçek verilerle Kayseri-Kars demiryolu hattının bir bölümü olan Yeniçubuk-Çetinkaya hat kesimi üzerinde, 240 km'lik hat üzerinde, 16 istasyonu 6 trenin çalıştığı hat da uygulanmıştır toplamda % 96,52 oranında iyileştirme olacağı benzetim çalışması ile gösterilmiştir.

Karaöz (2014) çalışmasında çık ocak madenciliği yapan orta büyüklükte bir firmanın sahip olduğu kömür ocağında yaşanan sorunların çözülebilmesi amacıyla uzun vadeli üretim planlaması ve çizelgeleme yapılmıştır. Tam sayılı üretim planlama ve çizelgeleme matematiksel modellerine uyarlanmıştır. Kurulan matematiksel model Python programlama dili kullanılarak çözülmüştür. Çalışmanın sonucunda firmanın ilgili kömür ocağındaki 5 yıllık üretiminin çizelgesine ve toplamda elde edeceği kârın net bugünkü değerine ulaşılmıştır.

Acar vd. (2015) üniversitelerde bir eğitim döneminde en az iki defa karşılaşılan bir eğitimsel zaman çizelgeleme problemi için kaliteli çözümlerin elde edilmesi amacıyla, çok amaçlı 0-1 tamsayılı bir matematiksel model sunulmuştur. Çalışmada, çok ölçütlü bir karar verme modeli ile kullanıcı tercih ve istekleri de dikkate alınarak geliştirilen matematiksel model oluşturmuşlardır.

Çetin, Güngör ve Yağcıoğlu (2016) kredi ve yurtlar kurumu yöneticileri için vardiya planlamasında bir model önerisini tamsayılı doğrusal programlama modeli kullanılarak çözülmüştür.

Ünlüsoy ve Eren (2016) Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi A blok-taki temizlik işlemi ele alınmıştır. Temizlik çizelgeleme ile fakültenin en verimli şekilde temizlenmesi için atama modeli kullanılmıştır. Atama modeli ile hangi alan hangi personel tarafından hangi sırada yapılacağıın bilinmesi amaçlanmıştır. Ele alınan problem paralel makineli çizelgeleme problemine benzetilmiştir.

Alağaç, Eren, Özder ve Varlı (2017) çalışmada da Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde çalışan bütün araştırma görevlilerinin vize ve final haftasındaki sınav gözetmenliklerinin dengeli ve adaletli bir şekilde atamak ve üniversitenin istediği kurallar çerçevesinde bir atama çizelgesini hazırlamak amaçlanmıştır. Çalışmada, 7 farklı bölümde çalışan 36 araştırma görevlisi için, 9 günlük sınav periyodu kapsamında, 5 farklı saat dilimi göz önüne alınarak 741 sınava atama yapılmıştır. Atamalar için görevlilerin bağlı olduğu bölümler öncelikle atanması sağlanmıştır ve görevlilerin özel istekleri de dikkate alınmıştır. Görevli ataması için hedef programlama yöntemi kullanılmıştır.

Ciritoğlu, Akgün, Varlı ve Eren (2017) yapmış oldukları çalışmalarda Kırıkkale Üniversitesi güvenlik görevlileri için vardiya çizelgeleme problemini ele almış, kadrolu erkek, sözleşmeli erkek ve sözleşmeli kadın güvenlik görevlilerinin çalışma koşulları farklı açılardan ele alınmıştır. Problemin çözümünde hedef programlama yönteminden yararlanılmış, matematiksel modelin çözümünde ise ILOG Cplex Optimizasyon programı kullanılmıştır

Varlı ve Eren (2017a) yapmış oldukları çalışmada tüm gün hizmet veren Kırıkkale'deki bir hastanenin yoğun bakım, ameliyathane ve acil bölümlerine, hastanenin her vardiyada ihtiyaç duyduğu hemşire sayısını karşılamak için bir hedef programlama modeli önerilmiştir.

Varlı ve Eren (2017b) Bu çalışmada, 3 vardiya üretim yapan bir fabrikada çalışan şefleri ilk olarak Analitik Hiyerarşi Prosesi yönteminden faydalanarak belirli kriterler yardımıyla kıdem seviyelerine ayırdıktan sonra fabrikanın her bir vardiya için ihtiyaç duyduğu işgücünü karşılamak, planlanan dönem boyunca şeflere verilen izin günlerini düzenlemek, her bir şefin toplam işgücünü dengeli ve adaletli bir şekilde dağıtmak ve en önemlisi kıdem seviyelerini kullanarak niteliği çok olan şefler ile niteliği az olan şefleri aynı vardiyaya olabildiğince atamak gibi problemlerin çözümü için bir model geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışmanın çözümü için tam sayılı programlama ve hedef programlama kullanılmıştır.

Özcan, Varlı ve Eren (2017) çalışmalarında hidroelektrik santrallerinde çalışan personellerin aylık vardiya çizelgelerini işletmenin kuralları doğrultusunda planlamışlardır. Her bir vardiyaya belirlenen kıdem seviyelerine göre atamalar gerçekleştirmişler ve geliştirdikleri matematiksel model ile personellerin daha dikkatli ve konsantre bir şekilde çalışmalarını sağlamışlardır.

Özalçıcı (2017) Kilis 7 Aralık Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nin 2016-2017 Güz dönemi dönem sonu sınavlarına gözetmen atamak için kullanılmıştır. Önerilen algoritmanın MATLAB yazılımındaki uygulaması ile birlikte, bir saniyenin altında bir sürede tamamlanabilmiştir.

Uygulama

Kısmi zamanlı çalışan öğrencilerin çizelgelenmesi probleminin tanımlanmasından sonucun elde edilmesine kadar geçen uygulama süreci Şekil 1'deki akış şemasında verilmiştir.



Şekil 1. *Uygulama akış şeması*

Problemin ve Problem Türünün Tanımlanması

Bu çalışmada da Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışmakta olan öğrencilerin çalışma günleri ve atandıkları vardiyaların adaletli, dengeli bir biçimde hazırlanması amaçlanmıştır.

Personelin en verimli şekilde çizelgelenmesini temel amaç olarak alınan bu problemde gerçek hayatta karşılaşılabilen bazı durumlar göz önüne alınarak bir model önerisi sunmak hedeflenmiştir. Kısmi zamanlı öğrencilerin vardiyalara atanması ve çalışma planı oluşturulması bir personel çizelgeleme problemi olarak tanımlanabilmektedir.

Verilerin Toplanması

Kütüphane personelinden elde edilen tüm veriler şunlardır:

- ❖ Kütüphanede 35'i ikinci öğretim 5'i normal öğretim olmak üzere 40 çalışan bulunmaktadır.
- ❖ Sabah (09:00-12:00) ve öğlen (13:00-16:00) şeklinde iki vardiya bulunmaktadır.
- ❖ Öğrenciler haftanın beş günü çalışmaktadır.
- ❖ Bir vardiyada çalışan öğrenci sayısının toplam öğrenci sayısının yarısından en fazla 3 kişi eksik veya fazla olması istenmektedir.
- ❖ Öğle arasından sonra daha çok kitap teslimi olduğu için öğle vardiyasında daha fazla sabah vardiyasından fazla öğrenci olması istenmektedir.
- ❖ Bir öğrencinin günde sadece bir vardiyaya gelebilir.
- ❖ Bir öğrencinin üç gün aynı vardiyada olmaması istenmektedir.
- ❖ Üç normal öğretim öğrencisi ders saatleri uymadığı için sadece öğlen vardiyasına gelebilmektedir.
- ❖ İki normal öğretim öğrencisi stajlarından dolayı pazartesi günleri çalışmamaktadır.
- ❖ Bir ay boyunca öğrencilerin çalıştıkları vardiyaların eşit olması hedeflenmektedir.

Çözüm Yönteminin Belirlenmesi ve Matematiksel Model Oluşturulması

Kısmi zamanlı öğrencilerin çizelgelenmesi problemin optimal çözümünün bir bütün kısıtların dikkate alındığı bir hedef programlama modeli çözülmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla hedefteki sapmaların minimize edildiği bir matematiksel model oluşturulmuştur. Oluşturulan bu matematiksel model aşağıda verilmiştir.

Parametreler:

n: Kütüphanede çalışan öğrenci sayısı	n=40
m: Gün sayısı	m=23
l: Vardiya sayısı	l=2
i: Öğrenci indeksi	i=1,2,...,n
j: Gün indeksi	j=1,2,...,m
k: Vardiya indeksi	k=1,2,...,l

Karar Değişkenleri:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, i. \text{öğrenci } j. \text{günde } k. \text{vardiyaya atanmışsa} & i=1, \dots, n \quad j=1, \dots, m \quad k=1, \dots, l \\ 0 \text{ diğer durumlarda} & \end{cases}$$

d_{i1}^+ : i. öğrencinin hedeflenen sabah vardiya sayısından pozitif sapma değeri $i=1, 2, \dots, n$

d_{i1}^- : i. öğrencinin hedeflenen sabah vardiya sayısından negatif sapma değeri $i=1, 2, \dots, n$

d_{i2}^+ : i. öğrencinin hedeflenen akşam vardiya sayısından pozitif sapma değeri $i=1, 2, \dots, n$

d_{i2}^- : i. öğrencinin hedeflenen akşam vardiya sayısından negatif sapma değeri $i=1, 2, \dots, n$

Kısıtlar:

Kısıt: Günlük personel ihtiyacını karşılama kısıtları:

Sabah vardiyası için ihtiyaç duyulan öğrenci sayısı

$$17 \leq \sum_{i=1}^n x_{ij1} \leq 23 \quad j=1, 2, \dots, m$$

Öğlen vardiyası için ihtiyaç duyulan öğrenci sayısı

$$17 \leq \sum_{i=1}^n x_{ij2} \leq 23 \quad j=1, 2, \dots, m$$

Öğlen vardiyasına gelen öğrenci sayısının daha fazla olması

$$\sum_{j=1}^m (x_{ij1} - x_{ij2}) \leq 0 \quad i=1, 2, \dots, n$$

2. Kısıt: Her öğrenciyi günde sadece bir vardiyaya atama kısıtı:

$$\sum_{j=1}^m (x_{ij1} + x_{ij2}) \leq 0 \quad j=1, 2, \dots, m$$

3. Kısıt: Bir öğrencinin üç gün üst üste sabah veya öğlen vardiyasında olması kısıtı:

$$E_{j=1}^{m-2} (x_{ij1} + x_{i(j+1)1} + x_{i(j+2)1}) \leq 2 \quad i=1, 2, \dots, n$$

$$E_{j=1}^{m-2} (x_{ij2} + x_{i(j+1)2} + x_{i(j+2)2}) \leq 2 \quad i=1, 2, \dots, n$$

4. Kısıt: Aynı bölümde okuyan 3,4 ve 5 numaralı normal öğretim öğrencilerinin birlikte öğle vardiyasında olması kısıtı:

$$\sum_{i=3}^5 x_{ij1} = 0 \quad j=1, 2, \dots, m$$

5. Kısıt: Aynı bölümde okuyan 1 ve 2 numaralı normal öğretim öğrencilerinin stajdan dolayı pazartesi günleri çalışmaması:

$$\sum_{i=1}^2 X_{ijk} = 0 \quad k=1,2 \quad j=1,6,11,16,21$$

Hedef Kısıtları

Hedef-1: Planlama dönemi boyunca her öğrencinin atandığı sabah vardiya sayıları mümkün olduğunca eşit olması istenen hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij1} - d_{i1}^+ + d_{i1}^- = 12 \quad i=1,2,\dots,n$$

Hedef-2: Planlama dönemi boyunca her öğrencinin atandığı akşam vardiya sayıları mümkün olduğunca eşit olması istenen hedef kısıtı

$$\sum_{j=1}^m X_{ij2} - d_{i2}^+ + d_{i2}^- = 12 \quad i=1,2,\dots,n$$

Amaç Fonksiyonu

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^n d_{i1}^+ + d_{i1}^- + d_{i2}^+ + d_{i2}^-$$

Modelin çözümünde "Intel (R) Core (TM) i5-3210M CPU@2.50 GHz" işlemcisi, 8 GB belleği ve Windows 10 işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. İlgili verilerin girilmesiyle model ILOG CPLEX 12.6.2.0 paket program ile model çözülmüştür ve atamalar yapılmıştır. Modelin ILOG CPLEX 12.6.2.0 paket program ile çözümü 7,72 saniyede tamamlanmıştır.

Sonuçların Elde Edilmesi

Çözüm sonucunda bir aylık bir çalışma programı oluşturulmuştur. Matematiksel modelin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Sabah vardiyaları "S", öğlen vardiyaları ise "Ö" ile gösterilmiştir. Bu tabloda öğrencilerin dengeli bir şekilde atanmaları sağlanmıştır. Sabah vardiyası, öğle vardiyasına mümkün olduğunca eşit ve dengeli dağılmıştır. Bazı öğrencilerin özel kısıtları dikkate alınmış ve istekleri yerine getirilmiştir.

Tablo 1. Bir aylık çalışma planı

Öğrenciler/Günler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö
2	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö	S	Ö	X	S	Ö
3	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö
4	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö
5	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö	Ö
6	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
7	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
8	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
9	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
10	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
11	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
12	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
13	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
14	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
15	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
16	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
17	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
18	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
19	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
20	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
21	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
22	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
23	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
24	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
25	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
26	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
27	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
28	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
29	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
30	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
31	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
32	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
33	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
34	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
35	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
36	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
37	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö
38	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
39	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S
40	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö	S	Ö

Bir günde toplam vardiya sayıları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’ye göre kısıtlarda belirtilen bir günde öğle vardiyasında daha çok öğrenci olması kısıtının, bir vardiyada en az 17 en fazla 23 öğrenci çalışması kısıtının sağlandığı görülmektedir.

Daha önceden öğrencilerin çalışma planları sekreter tarafından dönemlik olarak, öğrencilerin isteklerini göz önüne alınmayarak yapılmaktaydı. Yapılan bu çizelgeleme ile öğrencilerin dengeli olarak atanması sağlanmıştır. Ayrıca önerilen modelle öğrencilerin özel istekleri de göz önüne alınarak çizelge oluşturulmuştur.

Bu çalışmada modelin etkinliğini göstermek için 5 senaryo (S1, S2, S3, S4, S5) üretilmiş ve çizelgeler oluşturulmuştur. Senaryolar; 40, 50, 60, 70 ve 80 öğrencinin çalışması durumu göz önüne alınarak yapılmıştır.

Tablo 2. *Günlük vardiya sayıları*

Günler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Sabah	18	19	18	19	18	17	20	17	20	17	18	19	18	19	18	17	20	17	20	17	18	17	20
Öğlen	20	21	22	21	22	21	20	23	20	23	20	21	22	21	22	21	20	23	20	23	20	23	20

Bir günde toplam vardiya sayıları Tablo 2’de verilmiştir. Tablo 2’ye göre kısıtlarda belirtilen bir günde öğle vardiyasında daha çok öğrenci olması kısıtının, bir vardiyada en az 17 en fazla 23 öğrenci çalışması kısıtının sağlandığı görülmektedir.

Daha önceden öğrencilerin çalışma planları sekreter tarafından dönemlik olarak, öğrencilerin isteklerini göz önüne alınmayarak yapılmaktaydı. Yapılan bu çizelgeleme ile öğrencilerin dengeli olarak atanması sağlanmıştır. Ayrıca önerilen modelle öğrencilerin özel istekleri de göz önüne alınarak çizelge oluşturulmuştur.

Bu çalışmada modelin etkinliğini göstermek için 5 senaryo (S1, S2, S3, S4, S5) üretilmiş ve çizelgeler oluşturulmuştur. Senaryolar; 40, 50, 60, 70 ve 80 öğrencinin çalışması durumu göz önüne alınarak yapılmıştır.

Tablo 3. Senaryo sonuçları

Senaryolar	S1	S2	S3	S4	S5
Amaç Fonksiyonu Değeri	116	126	136	146	156
$\sum_{i=1}^n d_{i1}^+$	0	0	0	0	0
$\sum_{i=1}^n d_{i1}^-$	59	64	69	74	79
$\sum_{i=1}^n d_{i2}^+$	33	33	33	33	33
$\sum_{i=1}^n d_{i2}^-$	24	29	34	39	44

Oluşturulan senaryolar, amaç fonksiyonu değerleri ve sapmalar Tablo 3'te gösterilmiştir. Senaryolar; 40 öğrenci için S1; 50 öğrenci için S2; 60 öğrenci için S3; 70 öğrenci için S4; 80 öğrenci için S5 olarak ifade edilmiş, her bir senaryo için amaç fonksiyonu değerleri hesaplanmış, hedeften ne kadar saptığı bulunmuştur. Planlama dönemi boyunca her öğrencinin atandığı sabah ve akşam vardiya sayıları mümkün olduğunca eşit olması hedeflenmiş ve sapma olarak gösterilmiştir. ve sabah vardiyasında oluşan sapmaları gösterirken, akşam vardiyasında oluşan sapmaları göstermekte olup, her bir senaryo için hedeften ne kadar saptığı gösterilmiştir. Sapmaların büyük olması, ilk 5 öğrencinin özel durumlarını dikkate alan kısıtlardan kaynaklanmaktadır.

Sonuç

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Merkez Kütüphanesinde kısmi zamanlı çalışan öğrencilerin vardiyalarına atanması problemi ele alınmıştır. Kütüphanede çalışan kırk öğrencinin bir aylık çizelgelemesi yapılması amaçlanmıştır. Sabah ve öğlen şeklinde iki vardiyada öğrencilerin özel durumlarını da dikkate alarak matematiksel model oluşturulmuş, problemin çözümü için hedef programlama yöntemi kullanılmış ve istenilen hedeflere mümkün olduğu kadar ulaşılmıştır. Bu hedefler, her öğrencinin toplam atandığı vardiyaların mümkün olduğunca eşit olması istenmiştir. Kütüphanenin her bir vardiya için ihtiyaç duyduğu öğrenci sayıları eksiksiz bir şekilde karşılanmıştır. Yapılan bu çalışma ile birlikte öğrencilerin her vardiyaya olabildiğince eşit bir şekilde atanması sağlanmıştır.

Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda farklı kısıtlar eklenerek tüm öğrencilerin özel durumları dikkate alınabilir, öğrenciler çalıştıkları bölümlere ayrılıp yeniden çizelgelebilir, öğrencilerin çalışma saatleri genişletilerek üç vardiya olarak çizelgeleme yapılabilir. Farklı sektörlerde çalışan personeller için hedef programlama ile çizelgeleme yapılabilir.

Kaynakça

- Akgün, S., Ciritoğlu, C., Eren, T. ve Varlı, E. (2017). Kırıkkale Üniversitesi güvenlik görevlileri için vardiya çizelgeleme problemine bir çözüm önerisi. *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 9(2), 1-23.
- Aktürk, M.S., Eren, T. ve Varlı, E. (2017). Tam gün vardiyalı ve özel izin istekli hemşire çizelgeleme probleminin hedef programlama ile çözümü. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 1-16.
- Atmaca, E., Pehlivan, C., Aydoğdu, C.B. ve Yakıcı, M. (2012). Hemşire çizelgeleme problemi ve uygulaması. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 28(4), 351-358.
- Aydın, G. (2009). *Tren Çizelgesi Problemi*. Yüksek Lisans Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Azaiez, M.N. ve Al Sharif, S.S. (2005). A 0-1 Goal programming model for nurse scheduling. *Computers & Operations Research*, 32 (3), 491-507.
- Bağ, N., Özdemir, M. Ve Eren, T. (2012). 0-1 hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü. *Uluslararası Mühendislik Araştırma Ve Geliştirme Dergisi*, 4(1), 2-6.
- Bektur, G. ve Hasgül, S. (2013). Kıdem seviyelerine göre işgücü çizelgeleme problemi: hizmet sektöründe bir uygulama. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İİBF Dergisi*, 15(2), 385-402.
- Brunner, J.O. ve Edenharter, G.M. (2011). Long term staff scheduling of physicians with different experience levels in hospitals using column generation. *Health Care Management Science*, 14, 189-202.
- Çetin, E.İ., Kuruüzüm, A. ve İrmak, S. (2008). Ekip çizelgeleme probleminin küme bölme modeli ile çözümü. *Havacılık Ve Uzay Teknolojileri Dergisi*, 3(4), 47-54.
- Fırat, M. ve Hurkens, C.A.J. (2011). An improved MIP-based approach for a multi-skill workforce scheduling problem. *Journal of Scheduling*, 15, 363-380.
- Glass, C.A. ve Knight, R. A. (2010). The nurse rostering problem: A critical appraisal of the problem structure. *European Journal of Operational Research*, 202, 379-389.
- Gültekin, N. ve Eren, T. (2014). Demiryolu çizelgeleme probleminin modellenmesi ve çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 235-242.
- Günther, M. ve Nissen, V. (2010). Sub-daily staff scheduling for a logistics service provider. *Künstl Intell*, 24, 105-113.
- Ignizio, J. (1985). Introduction to goal programming. Sage Publications Inc., Beverley Hills, California.
- Kakmacı, Ö. ve Hasgül, S. (2004). Eğitim kurumlarında karşılaşılan nöbet çizelgesi hazırlama probleminde karar modeli kullanımı. Yöneylem araştırması/endüstri mühendisliği - XXIV Ulusal Kongresi, Gaziantep – Adana.
- Kamuşlu Öztürk, Z., Kasımbeyli, N., Sağır Özdemir, M., Soyuoç Acar, M., Özçetin, E., Alegöz, M. ve Ceylan, G. (2016). Kullanıcı tercihlerinin dikkate alınması durumunda üniversite ders çizelgeleme problemi. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 27 (1), 2-16.

- Karaatlı, M. (2010). *Bulanık ortamda çok amaçlı işgücü çizelgeleme: hemşireler için bir uygulama*. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı, Isparta.
- Karaöz, B. (2014). *Maden üretim planlaması ve çizelgelemesi üzerine bir tam sayılı programlama önerisi: kar maden örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kağncıoğlu, C.H. ve Yıldız, A. (2006). 0-1 Tamsayı bulanık hedef programlama yaklaşımı ile sınav görevi atama probleminin çözümü. *Anadolu Üniversitesi Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 7(2), 413-429.
- Kalaycı, C.B. (2008). *Öğrenci başarısına odaklı sınav çizelgeleme modeli ve yazılım uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Narlı, M. ve Oğulata, S.N. (2008). Hemşirelerin çalışma vardiyalarının değerlendirilmesi ve çizelgenmesi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 7, 447-460.
- Özcan, E.C Varlı, E. ve Eren, T. (2017). Hedef programlama yaklaşımı ile hidroelektrik santrallerde vardiya personeli çizelgeleme, *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 363-370.
- Özalçacı, M. (2017). Sınavlara gözetmen atama probleminin çözümü için takas bazlı bir algoritma. *Gazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(2), 492-506.
- Pinedo, M.L. (2005). *Planning and scheduling in manufacturing and services*, Springer.
- Sarucan, A. (1999). *Bir raylı ulaşım sisteminde personel çizelgeleme problemine bütünlük yaklaşım*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Seçkiner, S.U., Kılıç, E. ve Kurt, M. (2004). Personel çizelgelemede bazı pratik sezgiseller. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 3(2), 50-71.
- Seçkiner, S.U. ve Kurt, M. (2005). Bütünlük tur-rotasyon çizelgeleme yaklaşımı ile işyükü minimizasyonu. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(2), 161-169.
- Sungur, B. (2008). Bulanık vardiya çizelgeleme problemleri için tamsayı programlama modeli. *Erciyes Üniversitesi İİBF Dergisi* 30(1), 213-227.
- Ünlüsoy, S. ve Eren, T. (2016). Kamusal binalarda temizlik çizelgeleme ve örnek uygulama. *Mühendislik Bilimleri Ve Tasarım Dergisi*, 4(3), 149-155.
- Varlı, E. ve Eren, T. (2017a). Hemşire çizelgeleme problemi ve hastanede bir uygulama. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), 34-40.
- Varlı, E. ve Eren, T. (2017b). Vardiya Çizelgeleme problemi ve bir örnek uygulama. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(2), 185-197.
- Varlı, E., Alağaç, H. M., Eren, T. ve Özder, E. H. (2017). Sınav görevlisi atama probleminin hedef programlama yöntemiyle çözümü. *Bilge Uluslararası Bilim Ve Teknoloji Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 105-118.
- Yağcıoğlu, Ş., Çetin, H. ve Güngör, İ. (2016). Kredi Ve Yurtlar Kurumu yöneticileri için vardiya planlamasında bir model önerisi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(2), 283-306.

