

## Goal Programming Solution of the Examiner Assignment Problem

E. Varlı<sup>1</sup>, H. M. Alağaç<sup>1</sup>, T. Eren<sup>1\*</sup>, E. H. Özder<sup>2</sup>

**Abstract:** In universities and other educational institutions, the preparation of course schedules, the making of examination schedules, scheduling studies for assignments for examinations and lectures are carried out. Studies are being done in many businesses for the balanced distribution of tasks among staff. In this study, it was aimed to equip all examiners working at Kırıkkale University Engineering Faculty in a balanced and fair manner in the midterm and final week examinations and to prepare an appointment schedule in the framework of the rules that the university wants. In the study, 741 assignments were made for 36 research assistants working in 7 different departments, taking into consideration 5 different time zones within the scope of 9 day examination period. For assignments, the sections to which the delegates are attached are primarily assigned and the special requests of the delegates are also taken into consideration. The goal programming method is used for the assignment.

**Keywords:** Goal Programming, Examiners Assignment, Personnel Scheduling

## Sınav Görevlisi Atama Probleminin Hedef Programlama Yöntemiyle Çözümü

**Özet:** Üniversitelerde ve diğer eğitim kurumlarında ders programlarının hazırlanması, sınav programlarının yapılması, sınav ve derslere görevli ataması için çizelgeleme çalışmaları yapılmaktadır. Görevlilerin dengeli görev dağılımı için birçok işletmede çalışmalar yapılmaktadır. Bu 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.

**Anahtar Kelimeler:** Hedef Programlama, Sınav Görevlisi Atama, Personel Çizelgeleme

### 1. Giriş

Günümüzde kişisel veya toplumsal olarak verimliliğin artırılması için zamanı etkin kullanmak gerekmektedir. Çalışan personellerin memnuniyeti ve daha verimli çalışması için oluşturulan haftalık, aylık ve yıllık çalışma çizelgelerin doğru ve isteklere uygun yapılması gerekmektedir. Bu nedenle yapılması gereken işlerin ve kaynakların bütünlüklü bir

şekilde çizelgelerinin hazırlanması son zamanlarda büyük bir önem kazanmıştır.

Çizelgeleme alanında geçmişten günümüze kadar yapılan çalışmalara bakıldığında, çizelgelemenin hem popüler hem de önemli bir problem haline geldiği görülmektedir. Çizelgeleme çalışmalarında genellikle, farklı çalışma yerleri ve prensipleri dikkate alınarak çizelgelenmeler oluşturulmaktadır.

<sup>1</sup> Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, 71450, Kırıkkale, Türkiye

<sup>2</sup> Başkent Üniversitesi, Ticari Bilimler Fakültesi, 06790, Ankara, Türkiye

\*Corresponding author (İletişim yazarı): [tamereren@gmail.com](mailto:tamereren@gmail.com)

Citation (Atıf): Varlı, E., Alağaç, H.M., Eren, T., Özder, E.D. (2017). Sınav Görevlisi Atama Probleminin Hedef Programlama Yöntemiyle Çözümü. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 1 (2): 105-118.

Bu yüzden geçmiş çalışmalarda farklı problemlerin çözümünde birçok farklı yöntem kullanılmıştır.

Eğitim alanında çizelgeler genellikle ders planlarının oluşturulması, kaynakların (personel, derslik vb.) atanması ve yapılan sınavların planlanması üzerinde olmuştur. Gerek ders ve sınav programlarının hazırlanması olsun gerekse kaynak atamaları olsun problemin yapısı gereği çalışanların kişisel isteklerinin dikkate alınarak yapılmasını gerektirmektedir. Hem adaletli bir çizelge oluşturma isteği hem de kişisel isteklerin sağlama çabası çizelgelerin yapılmasını daha da zorlaştırmaktadır. Matematiksel yöntemlerle çözüme kavuşturulmak istenen problem NP-zor yapıda olması sebebiyle çözümü karmaşık ve zordur.

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesinin tüm bölümlerinde arasınava ve finallerinin gözetmen ataması problemi ele alınmıştır. Mühendislik Fakültesinde çalışan araştırma görevlilerinin günü, saati ve görevli sayısı belirli olan sınavlara dengeli ve kişisel istekleri dikkate alacak şekilde atanması için matematiksel model geliştirilmiştir. Çalışmada, toplamda 36 araştırma görevlisi için (7 farklı bölümde çalışan), 9 günlük sınav periyodu kapsamında, 5 farklı saat dilimi göz önüne alınarak (09.00-11.00, 11.00-13.00, 13.00-15.00, 15.00-17.00 ve 17.00-19.00) toplamda 741 sınava atama yapılmıştır.

Modelde araştırma görevlilerinin bulunduğu bölümler dikkate alınmış, öncelikle kendi bölümlerinde görev almaları sağlanmıştır. Görev sayısının dengelenmesi amacıyla eksik kalan bölümlere görevli ataması yapılmıştır. Her bir gözetmenin atanmış sınav sayılarının eşit ve art arda yapılan sınav atamalarının minimum yapılması için hedef programlama yöntemi kullanılmıştır.

Çalışmanın planı şu şekildedir: İkinci bölümde görevli atama probleminden, üçüncü bölümde hedef programlama yönteminden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde literatür araştırması anlatılmıştır. Beşinci bölümde Üniversitede yapılan uygulama çalışması sunulmuştur. Son bölüm olan altıncı bölümde ise uygulamada elde edilen sonuçlar verilmiştir.

## 2. Personel Atama Problemi

Personel atama problemleri insana hizmet veren her bir kurum ve kuruluş için önemli bir problem

haline gelmiştir. Kurum veya kuruluşlar çalıştırdığı personellerin çalışma planının adil ve dengeli bir şekilde yapılabilmesini amaçlamaktadırlar. Personel atamalarında bilimsel yöntemler kullanılabildiği gibi (çeşitli çizelgeleme ve atama problemi algoritmaları) işyerlerindeki tecrübeli kişiler tarafından da herhangi bir sistematığe bağlanmadan el ile yapılabilmektedir. Aynı zamanda piyasada bu işi yapabilen çeşitli yazılımlar da mevcuttur. Ancak bir matematiksel modele dayanmayan atama çalışmalarında istenilen sonuçlar tam olarak elde edilemeyeceği gibi bu işlem kişinin çok uzun zaman harcamasına sebep olabilmektedir.

Sağlık Hizmetleri, Ulaşım, Üretim, Telekomünikasyon, Perakendecilik ve Savunma Sanayi gibi birçok alanda personel atama problemleri ile alakalı çalışma yer almaktadır. Bu alanlardan biri olan eğitim kurumlarında da hem personelin hem de hizmet alan olarak öğrencilerin uygun bir şekilde dağıtımı için personel ataması ve çizelgelemesi çalışmaları yapılmaktadır.

Eğitim kurumlarında mevcut operasyonel kuralları ve ihtiyaçları, tüm personelin ve öğrencilerin istek ve ihtiyaçlarını da aynı anda göz önünde bulundurarak sağlayabilecek bir çizelge oluşturulması, bu iş ile uğraşan personel için oldukça zor ve zaman alıcı bir faaliyettir. Birçok kurumda bu işlem yönetim kademesine verilmiştir ve genellikle yapılmakta olan daha önceki yıllarda yapılmış olan çizelgeler üzerinde yeni gelişen durumlara göre küçük değişiklikler yaparak yeni çizelgeyi oluşturmaktır. Fakat son yıllarda değişimlerin çok fazla ve çok hızlı olması nedeniyle, eski çizelgeler üzerinde değişiklikler yapılarak yeni çizelgelerin oluşturulması her zaman en iyi sonucu vermemektedir. Bu nedenle gerçek hayattaki atama problemlerini ele alacak birbirinden farklı birçok çalışma bulunmaktadır (Daskalaki vd., 2004).

## 3. Hedef Programlama

Hedef programlama çok kriterli karar verme modellerinin bir türüdür. Bu modellemede hem sıkı kısıtlar hem de gevşek kısıtlar kullanılarak model kurulur. Gevşek kısıtlar istenilen bir hedef değerine göre sapmaların kabul edilebildiği durumları modellemede kullanılır. Böylelikle istenilen birden fazla durum yaklaşık veya tam olarak sağlanmaktadır.

Hedef programlama, ulaşılmak istenen amaçları birer hedefe dönüştürerek hedefleri önem derecelerine göre sıralayarak veya her birini ağırlıklandırarak belirlenen hedef değerlerinden sapmalarını en küçüklemeyi amaçlayan bir matematiksel programlama yöntemidir. Doğrusal programlamada tek bir amaç fonksiyonu kullanılırken, hedef programlamada farklı olarak birden çok amaç hedef haline getirilerek aynı anda sağlamak amaçlanır.

Hedef programlama ile ilgili ilk olarak 1955'te Charnes ve arkadaşları çalışmışlardır. Daha sonra 1961'de ve 1977'de Charnes ve Cooper bu modellemeyi geliştirmişlerdir.

Ignizio (1985), hedef programlamayı şu şekilde açıklamıştır: Her bir amacın verilen hedeflere mümkün olduğunca ulaşması için hedefteki sapmaların minimize edilmesidir.

Hedef programlama matematiksel gösterimi aşağıdaki gibidir (Charnes ve Cooper, 1961):

$$\text{Minimize } Z = \sum_{i=1}^k (d_i^+ + d_i^-) \quad (1)$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}x_j - d_i^+ + d_i^- = b_i \quad (2)$$

$$d_i^+ + d_i^- = 0 \quad (3)$$

$$x_j, d_i^+, d_i^- \geq 0 \quad i=1\dots k \quad j=1\dots n \quad (4)$$

*Notasyonlar*

$x_j$  : j. Karar değişkeni

$a_{ij}$  :i. hedefin j. karar değişkeni katsayısı

$b_i$  : i. hedef için ulaşılmak istenen değer

$d_i^+$  : i. hedefin pozitif sapma değişkeni

$d_i^-$  : i. hedefin negatif sapma değişkeni

#### 4. Literatür Taraması

Ders programlarının yapılması, sınav çizelgelerinin hazırlanması, oluşturulan ders programı veya sınavlara personel atanması gibi konular üzerinde literatürde pek çok çalışma vardır. Bu çalışmalardaki ele alınan problemlerin çözümü için oluşturulan model yapıları ve kısıtlar genel olarak birbirine benzemektedir. Bu sebepten ötürü literatür taramasında model yapıları benzer çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmalardan bazıları şu şekildedir:

Schaerf (1999) alışmasında, ders çizelgeleme problemini çözüme kavuşturmuştur. izelgelemede, aynı zaman diliminde olan derslere aynı öğretmenin atanmaması gibi kısıtlar kullanmıştır. Zhaohui ve Lim (2000), ulusal bir üniversitede sınav çizelgeleme yapabilmek için bir algoritma geliştirmişlerdir. Abbas ve Tsang (2001) ise, bir üniversitedeki yazılım mühendisleri personellerini atamak için kısıt tatmin tekniklerini kullanarak bir personel atama çalışması yapmışlardır. Alfares (2001), güvenlik personeli için iş gücü planlaması üzerinde bir çalışma gerçekleştirmiştir. Tam ve Ting (2003) alışmalarında niversite ders programı çizelgeleme problemi için sezgisel algoritmalarından faydalanarak bir model geliştirmişlerdir. Sigl vd. (2003), ders çizelgeleme problemi için genetik bir algoritma geliştirmişlerdir. Legierski ve Widawski (2003), kısıt optimizasyon yöntemi ile çizelgeleme problemi için bir model önermişlerdir. Daskalaki vd. (2004), tam sayılı programlama yardımıyla niversite ders programa çizelgeleme problemi üzerinde bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Dimopoulou ve Miliotis (2004), tam sayılı programlama yöntemini kullanarak bir üniversitede bilgisayar ağları oluşturmuşlar ve ortak veri tabanından ihtiyaç duyulan çizelgeleme verilerini alarak uygun dersliklere uygun dersleri atama yapmışlardır. Parthiban vd. (2004) alışmalarında, analitik hiyerarşi prosesi ve karar destek yaklaşımını kullanarak bir okuldaki öğretmenlerin, öğrencilerin ve dersliklerin atanması konusundaki sorunu gidermişlerdir. Corominas vd. (2004), personeller için gerekli işgücünü dengeleme ve onların haftalık planını düzenleme gibi problemler üzerinde çalışmışlardır ve problemin çözümü için karışık tam sayılı programlamayı kullanmışlardır. Yang ve Petrovic (2004) ise, meta sezgisel yöntemlerden faydalanarak sınav çizelgeleme problemi üzerine çalışmışlardır. Zhang ve Lau, niversite çizelgeleme problemi için kısıt programlama modeli geliştirmişlerdir. Asmuni vd. (2004), bulanık uzman sistemler ile sınav çizelgelemesi problemi üzerine çalışmışlardır. Topaloğlu ve zkarahan (2004) alışmalarında planlama esnekliği ile hedef programlama kullanarak bir model geliştirmişlerdir. Al-Yakoob ve Sherali (2007), ders çizelgeleme problemi üzerinde çalışmışlardır. Problemin zm için karışık tam sayılı programlamadan yararlanmışlardır. Chu (2007) yaptığı çalışmada iş gücü planlamasını hedef programlama yöntemini kullanarak

yapmıştır. Lewis (2008) çalışmasında meta sezgisel yöntemlerden faydalanarak ders programı çizelgeleme çalışması yapmıştır. Qu vd. (2009), sınav çizelgeleme problemi üzerine çalışmışlardır. Gunawan ve Ming (2011), çalışmalarında tabu arama ve benzetimli tavlama sezgisellerini kullanarak, ders programı çizelgeleme problemini çözmüşlerdir. Al-Betar ve Khader (2012), ders programı çizelgeleme problemi için harmoni arama algoritması kullanarak çözüm üretmişlerdir. Soria-Alcaraz vd. (2014) çalışmalarında ders programı çizelgeleme problemini gidermek için öğrenme etkisinin dahil olduğu bir sezgisel önermişlerdir.

Son yıllarda yapılan çizelgeleme çalışmalarına bakıldığında, hedef programlama yönteminin farklı alanlardaki personel çizelgeleme problemlerinin çözümünde kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalara örnek olarak; Ünal ve Eren (2016) hedef programlama kullanarak nöbet çizelgeleme problemini ele almışlardır. Varlı vd. (2016) çalışmalarında Ankara metrosunda çalışan vatmanların aylık çalışma planını çizelgelemişlerdir. Ünlüsoy ve Eren (2016), kamusal binalarında çalışan temizlik personellerinin çizelgelenmesiyle ilgili bir çalışma yapmışlardır. Varlı vd. (2017), özel kısıtları olan hemşire çizelgeleme problemini hedef programlama tekniği yardımıyla çözüme kavuşturmuşlardır. Varlı ve Eren (2017), yaptıkları çalışmada, 24 saat hizmet veren bir hastanenin yoğun bakım, ameliyathane ve acil bölümlerine, her vardiyada ihtiyaç duyulan hemşire sayısını karşılamak için bir çizelge önerilmişlerdir. Bu çizelgeyi oluştururken hedef programlama tekniğini kullanmışlardır.

## 5. Mühendislik Fakültesi Sınav Görevlisi Ataması

Bu çalışmada Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde çalışan araştırma görevlilerinin vize ve final sınavları için sınav gözetmenliklerinin atanması problemi ele alınmıştır. Örnek problemde 36 araştırma görevlisi, 7 bölüm ve 9 günlük sınav periyodu kapsamında model kurulmuştur ve modelde gerçekleştirilmesi istenen hedefler için hedef programlama yöntemi kullanılmıştır.

Araştırma görevlilerinin sınav haftası boyunca sınav gözetmenliklerine dengeli bir şekilde atanması, her araştırma görevlisinin olabildiğince

kendi görevli olduğu bölümdeki sınavlara atanması ve her bir araştırma görevlisinin ardi ardına olan sınavlara olabildiğince atanmaması gibi hedefler gerçekleştirilmeye çalışılmıştır. Çizelge 1'de araştırma görevlilerinin bağlı olduğu bölümler verilmiştir.

### Çizelge 1. Araştırma görevlilerinin bağlı olduğu bölümler.

Bölüm	Araştırma görevlisi
İnşaat Mühendisliği	20,21,22,23,24,25,26
Makine Mühendisliği	1,2,3,4,5,6,7,8
Elektrik-Elektronik Mühendisliği	13,14,15,16,17,18,19
Bilgisayar Mühendisliği	27,28,29,30,31,32
Biyomühendislik	36
Endüstri Mühendisliği	9,10,11,12
Metalürji ve Malzeme Mühendisliği	33,34,35

Çizelge 2'de sınav haftasında her bir bölüm ve her bir saat dilimi için gerekli görevli sayıları verilmiştir.

**Çizelge 2.** Her saat dilimi için gerekli görevli sayısı

Bölmeler	Saat Dilimi	Günler								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
İnşaat	09:00-11:00	7	4	2	6	2	1	5	4	-
	11:00-13:00	5	4	4	5	5	5	6	4	-
	13:00-15:00	7	4	1	5	7	-	-	4	-
	15:00-17:00	7	1	7	2	5	-	6	4	-
	17:00-19:00	-	-	3	3	-	-	1	-	-
Makine	09:00-11:00	9	-	3	8	3	8	8	-	4
	11:00-13:00	-	5	5	1	5	1	5	1	4
	13:00-15:00	4	-	2	2	-	-	-	3	2
	15:00-17:00	3	-	2	1	2	-	1	4	7
	17:00-19:00	6	-	7	-	8	1	4	-	-
Elektrik-Elektronik	09:00-11:00	8	-	4	6	3	7	1	-	7
	11:00-13:00	6	-	8	5	3	4	4	-	9
	13:00-15:00	6	-	3	5	4	-	-	-	4
	15:00-17:00	3	-	1	3	9	-	7	-	4
	17:00-19:00	-	-	-	-	-	5	9	-	-
Bilgisayar	09:00-11:00	-	-	3	-	2	2	5	6	-
	11:00-13:00	8	1	2	4	4	6	-	1	2
	13:00-15:00	4	4	6	2	6	-	-	4	4
	15:00-17:00	4	3	4	6	-	-	5	-	-
	17:00-19:00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Biyomühendislik	09:00-11:00	2	2	2	2	2	2	1	2	-
	11:00-13:00	2	1	1	1	1	1	3	1	-
	13:00-15:00	1	1	2	3	1	2	-	2	-
	15:00-17:00	-	-	1	1	2	1	1	1	-
	17:00-19:00	-	-	2	2	1	2	2	-	-
Endüstri	09:00-11:00	-	-	1	3	2	4	2	6	-
	11:00-13:00	4	-	4	3	2	5	4	2	-
	13:00-15:00	2	-	5	4	4	-	-	4	-
	15:00-17:00	4	-	4	1	3	-	3	4	-
	17:00-19:00	2	-	1	-	-	4	1	-	-
Metalürji ve Malzeme	09:00-11:00	-	5	4	3	1	2	1	-	-
	11:00-13:00	2	1	2	3	2	2	-	-	-
	13:00-15:00	3	-	7	4	3	-	-	1	-
	15:00-17:00	6	3	4	5	5	-	1	-	-
	17:00-19:00	1	1	1	1	1	1	5	-	-

### 5.1. Parametreler

n: Fakülteadaki araştırma görevlisi sayısı n=36

m: Gün sayısı m=9

t: Saat dilimi sayısı t=5

p: Bölüm sayısı p=7

i: Araştırma görevlisi indeksi, i=1,2,...,n.

j: Gün indeksi, j=1,2,...,m.

k: Saat dilimi indeksi k=1,2,...,t.

l: Bölüm indeksi l=1,2,...,p.

$d1_{il}^-$ : i. asistanın kendi bölümünden farklı bölümlere atanmama hedefinden negatif sapma miktarı

$d1_{il}^+$ : i. asistanın kendi bölümünden farklı bölümlere atanmama hedefinden pozitif sapma miktarı

$d8_{ij}^-, d9_{ij}^-, d10_{ij}^-, d11_{ij}^-, d12_{ij}^-$ : i. asistanın j. gün art arda sınava girmesinden negatif sapma miktarı

$d8_{ij}^+, d9_{ij}^+, d10_{ij}^+, d11_{ij}^+, d12_{ij}^+$ : i. asistanın j. gün art arda sınava girmesinden pozitif sapma miktarı

$Z_{jkl}$ : j. günde, k. saat diliminde, l. bölümü için ihtiyaç duyulan araştırma görevlisi sayısı

### 5.2. Karar değişkenleri

$$X_{ijkl} = \begin{cases} 1, & i. asitan j. günün k. saat diliminin \\ & l. bölümündeki sınava atanırsa \\ 0, & diğer durumlarda \end{cases}$$

### 5.3. Kısıtlar

1. Kısıt: Her bir günde, her bir saat diliminde ve her bir bölüm için ihtiyaç duyulan görevli sayısı kısıtı.

$$\sum_{i=1}^n X_{ijkl} = Z_{jkl} \quad \begin{matrix} j=1,2,\dots,m \\ k=1,2,\dots,t \quad l=1,2,\dots,p \end{matrix}$$

2. Kısıt: Her bir araştırma görevlisinin aynı günde ve aynı saat diliminde belirlenen sınavların en fazla bir tanesine atanması kısıtı.

$$\sum_{l=1}^p X_{ijkl} \leq 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \quad k=1,2,\dots,t \end{matrix}$$

3. ve 4. Kısıt: Sınav haftası boyunca her bir araştırma görevlisinin toplam görev sayısını dengelemek için, görev sayısının alt ve üst sınırları belirlenmiş ve iki kısıt ile sınırlandırılmıştır.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{ijkl} \leq 21 \quad i=1,2,\dots,n$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t \sum_{l=1}^p X_{ijkl} \geq 19 \quad i=1,2,\dots,n$$

5. Kısıt: Araştırma görevlilerinin istekleri de göz önüne alınmıştır. Buna göre; i. araştırma görevlisinin, j. gün k. saat için görev istememesi durumunda.

$$\sum_{l=1}^p X_{ijkl} = 0$$

### 5.4. Hedef kısıtları

Hedef 1: Her bir araştırma görevlisi olabildiğince kendi bölümündeki sınavlara atanması için belirlenen hedef kısıtı. Bu hedef için araştırma görevlilerinin diğer bölümlerdeki görev sayılarının sıfır olması hedeflenmiştir.

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk1} + d1_{i1}^- - d1_{i1}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{20,21,22,23,24,25,26\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk2} + d1_{i2}^- - d1_{i2}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{1,2,3,4,5,6,7,8\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk3} + d1_{i3}^- - d1_{i3}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{13,14,15,16,17,18,19\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk4} + d1_{i4}^- - d1_{i4}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{27,28,29,30,31,32\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk5} + d1_{i5}^- - d1_{i5}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{36\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk6} + d1_{i6}^- - d1_{i6}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{9,10,11,12\}$$

$$\sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^t X_{ijk7} + d1_{i7}^- - d1_{i7}^+ = 0 \quad i=1,2,\dots,n / \{33,34,35\}$$

Hedef 2: Her bir araştırma görevlisi olabildiği kadar ardi ardına olan sınavlara atanmaması ve birbirinden uzak saat dilimindeki (1. ve 5. saat dilimleri) sınavlara atanmaması için belirlenmiş hedef kısıtları.

$$\sum_{l=1}^p (X_{ij1l} + X_{ij2l}) + d8_{ij}^- - d8_{ij}^+ = 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{matrix}$$

$$\sum_{l=1}^p (X_{ij1l} + X_{ij5l}) + d9_{ij}^- - d9_{ij}^+ = 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{matrix}$$

$$\sum_{l=1}^p (X_{ij2l} + X_{ij3l}) + d10_{ij}^- - d10_{ij}^+ = 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{matrix}$$

$$\sum_{l=1}^p (X_{ij3l} + X_{ij4l}) + d11_{ij}^- - d11_{ij}^+ = 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{matrix}$$

$$\sum_{l=1}^p (X_{ij4l} + X_{ij5l}) + d12_{ij}^- - d12_{ij}^+ = 1 \quad \begin{matrix} i=1,2,\dots,n \\ j=1,2,\dots,m \end{matrix}$$

Amaç Fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = \sum_{l=1}^p \sum_{i=1}^n 100 * (d1_{il}^+) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (d8_{ij}^+ + d9_{ij}^+ + d10_{ij}^+ + d11_{ij}^+ + d12_{ij}^+)$$

Birinci hedef, ikinci hedeften daha önemlidir. Bu yüzden 100 ile çarpılmıştır. Modelin çözümünde "Intel (R) Core (TM) i5-3210 M CPU@2.50 GH" işlemcisi, 8 GB belleği ve Windows 10 işletim sistemine sahip bilgisayar kullanılmıştır. İlgili verilerin girilmesiyle model ILOG CPLEX Studio IDE programında yazılmış ve CPLEX çözücüsü ile çözülmüştür.

**Çizelge 3.** Sınav haftasında araştırma görevlisinin atandığı saat dilimi (el ile yapılan atama)

		Sınav Günleri				
Bölümler	Saat Dilimi	1	2	3	4	5
İnşaat	09.00-11.00	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	25, 26, 27, 28	29, 26	28, 29, 30, 31, 25, 26	30, 31
	11.00-13.00	25, 26, 27, 28, 29	26, 28, 29, 30	31, 25, 26, 27	26, 27, 29, 30, 31	31, 25, 26, 27, 28, 29
	13.00-15.00	25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	29, 30, 31, 25	29	31, 25, 26, 27, 28	26, 27, 28, 29, 30, 31, 21
	15.00-17.00	30, 31, 25, 26, 27, 28	28	27, 28, 29, 30, 31, 25	29, 30	31, 25, 26, 27, 28
	17.00-19.00			28, 29, 30	31, 25, 26	1, 2, 9
Makine	09.00-11.00	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 34		5, 6, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 9
	11.00-13.00		3, 5, 6, 8	1, 3, 4, 5, 6, 9	1	
	13.00-15.00	3, 4, 5, 6		2, 8	3, 8	5, 6
	15.00-17.00	5, 18		2, 3	1	
	17.00-19.00	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 34, 37	1, 3, 4, 5, 6, 8, 9		1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 35
Elektrik-Elektronik	09.00-11.00	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 35		18, 19, 20	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23	17, 22, 23
	11.00-13.00	17, 18, 19, 20, 21, 22		17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 39, 34	18, 19, 20, 21, 22, 32	17, 21, 23
	13.00-15.00	17, 18, 19, 20, 21, 22		20, 21, 23	17, 18, 20, 21, 22, 23	17, 18, 22, 23
	15.00-17.00	17, 19, 21		23	21, 22, 23	17, 18, 21, 22, 23, 34, 35, 36
Bilgisayar	09.00-11.00			34, 35, 36		38, 39
	11.00-13.00	34, 35, 36, 37, 38, 39	36	34, 37	34, 35, 36, 37	36, 37, 38, 39
	13.00-15.00	34, 35, 37, 38	34, 35, 37, 38	34, 35, 36, 37, 38, 39, 3	35, 36	34, 35, 36, 37, 38, 39
	15.00-17.00	35, 36, 37, 38	34, 37, 39	34, 35, 37, 39	34, 35, 36, 37, 38, 39, 3	34, 35, 36, 37, 38, 39
Biyomühendislik	09.00-11.00	45, 37	31, 36	27, 38	45, 13	29, 13
	11.00-13.00	45, 36	25	2	8	5
	13.00-15.00	45	45	45, 1	30, 2, 39	1
	15.00-17.00			45	45	45, 13
	17.00-19.00			45, 13	45, 30	45
Endüstri	09.00-11.00			11	11, 12, 15	12, 15
	11.00-13.00	11, 12, 13, 15		11, 12, 13, 15	11, 12, 15	12, 15
	13.00-15.00	12, 15		11, 12, 15, 5, 18	11, 12, 13, 15	11, 12, 15, 13
	15.00-17.00	11, 12, 15, 4, 22		11, 15, 19, 20	11	11, 12, 15
	17.00-19.00	12, 15		11		
Metalürji ve Malzeme	09.00-11.00		40, 41, 42, 35, 38	40, 41, 42, 39	40, 41, 42	41
	11.00-13.00	40, 41	41	40, 41	40, 41, 42	40, 41
	13.00-15.00	40, 41, 2		40, 41, 42, 6, 9	40, 41, 42	40, 41, 42
	15.00-17.00	40, 41, 42, 39, 20, 3	40, 41, 42	40, 41, 42, 36, 8, 26	40, 41, 42, 4, 27	40, 41, 42, 38, 39
	17.00-19.00	42	40	42	42	42

**Çizelge 3.** Sınav haftasında araştırma görevlisinin atandığı saat dilimi (el ile yapılan atama) (devamı...)

		Sınav Günleri			
Bölgümler	Saat Dilimi	6	7	8	9
İnşaat	09.00-11.00	27	27, 28, 29, 31, 18	29, 30, 31, 25	
	11.00-13.00	30, 31, 25, 26, 27	26, 27, 28, 29, 30, 31	26, 27, 28, 29, 30	
	13.00-15.00			31, 25, 27, 25	
	15.00-17.00		25, 26, 27, 28, 29, 30	28, 29, 30, 31, 25	
	17.00-19.00		25		
Makine	09.00-11.00	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9		3, 5, 6, 8
	11.00-13.00	2	1, 2, 4, 5, 8	9	2, 4, 5, 9
	13.00-15.00			1, 4, 9	2, 9
	15.00-17.00		8	3, 5, 6, 8	1, 2, 3, 4, 6, 8, 9
	17.00-19.00	2	1, 4, 6, 9		
Elektrik-Elektronik	09.00-11.00	17, 19, 20, 22, 23, 25, 30	19		17, 18, 19, 20, 21, 22, 23
	11.00-13.00	19, 20, 23, 3	17, 18, 20, 21		17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 6, 8
	13.00-15.00				17, 19, 20, 22
	15.00-17.00	17, 18, 21, 22, 23	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23		17, 19, 21, 22
	17.00-19.00	34, 39	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 34, 39		
Bilgisayar	09.00-11.00	34, 35, 36, 37, 38, 39	34, 35, 36, 37, 38, 39	34, 35, 36, 37, 38, 39	
	11.00-13.00			38	38, 39
	13.00-15.00			35, 36, 37, 38, 39	34, 36, 37, 38
	15.00-17.00		34, 35, 36, 38, 39		
	17.00-19.00				
Biyo mühendislik	09.00-11.00	45, 37	45	45, 9	
	11.00-13.00	9	3, 6, 19	45	
	13.00-15.00	45, 2		26, 5	
	15.00-17.00	45	45	45	
	17.00-19.00	45, 38	45, 35		
Endüstri	09.00-11.00	11, 12, 15, 13	12, 20	11, 12, 13, 15, 1, 28	
	11.00-13.00	11, 12, 15, 13, 4	11, 12, 15, 13	12, 15	
	13.00-15.00			11, 12, 13, 15	
	15.00-17.00		11, 12, 15	11, 12, 13, 15	
	17.00-19.00	11, 12, 15, 36	11		
Metalurji ve Malzeme	09.00-11.00	41, 42	42		
	11.00-13.00	40, 42			
	13.00-15.00			40	
	15.00-17.00		42		
	17.00-19.00	41	40, 41, 42, 37, 38		



**Çizelge 4.** Sınav haftasında araştırma görevlisinin atandığı saat dilimi (model ile yapılan atama)

Bölümler	Saat Dilimi	Sınav Günleri				
		1	2	3	4	5
İnşaat	09.00-11.00	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	21, 22, 23, 26	20, 26	20, 21, 22, 23, 25, 26	20, 26
	11.00-13.00	20, 21, 24, 25, 26	21, 22, 23, 24	20, 23, 24, 26	22, 23, 24, 25, 26	20, 21, 22, 24, 25
	13.00-15.00	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	20, 21, 22, 23	21	20, 23, 24, 25, 26	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
	15.00-17.00	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	24	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26	21, 25	21, 22, 23, 24, 25
	17.00-19.00			23, 24, 26	21, 23, 26	
Makine	09.00-11.00	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 30		3, 4, 7	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	3, 4, 7
	11.00-13.00		2, 3, 4, 7, 8	1, 2, 4, 7, 8	5	1, 3, 5, 6, 7
	13.00-15.00	2, 4, 5, 6		3, 7	2, 3	
	15.00-17.00	4, 5, 6		2, 3	6	5, 7
	17.00-19.00	3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 17, 27	1, 3, 4, 5, 6, 7, 8		1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
Elektrik-Elektronik	09.00-11.00	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 29		14, 15, 18, 19	13, 14, 15, 16, 17, 18	13, 16, 17
	11.00-13.00	13, 14, 15, 16, 17, 19		3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	14, 15, 16, 17, 18	14, 15, 17
	13.00-15.00	13, 15, 16, 17, 18, 19		14, 17, 19	13, 14, 16, 18, 19	16, 17, 18, 19
	15.00-17.00	15, 17, 19		14	15, 16, 17	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 2, 31
Bilgisayar	09.00-11.00			27, 29, 32		28, 29
	11.00-13.00	7, 18, 27, 28, 29, 30, 31, 32	27	27, 28	27, 29, 31, 32	27, 29, 30, 31
	13.00-15.00	27, 30, 31, 32	29, 30, 31, 32	27, 28, 29, 30, 31, 32	28, 29	27, 28, 29, 30, 31, 32
	15.00-17.00	27, 28, 30, 32	27, 29, 32	27, 29, 31, 32	27, 28, 29, 30, 31, 32	
Biyo mühendislik	09.00-11.00	31, 36	15, 25	13, 36	19, 36	2, 32
	11.00-13.00	1, 36	36	29	13	2
	13.00-15.00	36	36	18, 36	7, 15, 17	36
	15.00-17.00			16	2	6, 36
	17.00-19.00			16, 36	7, 28	27
Endüstri	09.00-11.00			10	9, 10, 12	10, 11
	11.00-13.00	9, 10, 11, 12		9, 10, 11, 12	9, 10, 11	10, 12
	13.00-15.00	11, 12		2, 9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12	9, 10, 11, 12
	15.00-17.00	9, 10, 11, 12		9, 10, 11, 12	12	9, 11, 12
	17.00-19.00	9, 12		12		
Metarji ve Malzeme	09.00-11.00		1, 2, 33, 34, 35	8, 33, 34, 35	33, 34, 35	34
	11.00-13.00	33, 34	33	33, 35	33, 34, 35	33, 35
	13.00-15.00	33, 34, 35		5, 6, 22, 25, 33, 34, 35	21, 33, 34, 35	33, 34, 35
	15.00-17.00	1, 7, 8, 33, 34, 35	33, 34, 35	8, 33, 34, 35	1, 4, 33, 34, 35	1, 8, 33, 34, 35
	17.00-19.00	34	34	35	34	33

**Çizelge 4.** Sınav haftasında araştırma görevlisinin atandığı saat dilimi (model ile yapılan atama) (devamı...)

		Sınav Günleri			
Bölgümler	Saat Dilimi	6	7	8	9
İnşaat	09.00-11.00	24	20, 21, 22, 24, 25	20, 24, 25, 26	
	11.00-13.00	20, 22, 24, 25, 26	21, 22, 23, 24, 25, 26	20, 22, 23, 25	
	13.00-15.00			20, 23, 24, 25	
	15.00-17.00		20, 21, 22, 24, 25, 26	20, 22, 23, 26	
	17.00-19.00		21		
Makine	09.00-11.00	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8		2, 3, 4, 8
	11.00-13.00	1	1, 5, 6, 7, 8	4	1, 5, 6, 8
	13.00-15.00			5, 6, 8	1, 6
	15.00-17.00		3	2, 4, 5, 6	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8
	17.00-19.00	4	3, 6, 7, 8		
Elektrik-Elektronik	09.00-11.00	13, 14, 15, 16, 17, 18, 19	16		13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
	11.00-13.00	13, 14, 15, 18	13, 14, 15, 16		2, 3, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19
	13.00-15.00				13, 14, 17, 19
	15.00-17.00		13, 14, 15, 16, 17, 18, 19		13, 14, 18, 19
	17.00-19.00	13, 15, 16, 18, 19	5, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19		
Bilgisayar	09.00-11.00	28, 29	27, 28, 29, 30, 32	27, 28, 29, 30, 31, 32	
	11.00-13.00	27, 28, 29, 30, 31, 32		30	27, 32
	13.00-15.00			27, 28, 29, 30, 31, 32	27, 29, 30, 31
	15.00-17.00		28, 29, 30, 31, 32		
	17.00-19.00				
Biyo mühendislik	09.00-11.00	21, 22	36	19, 36	
	11.00-13.00	5	19, 29, 36	36	
	13.00-15.00	27, 36		1, 36	
	15.00-17.00	36	36	36	
	17.00-19.00	14, 23	32, 36		
Endüstri	09.00-11.00	9, 10, 11, 12	10, 11	1, 4, 9, 10, 11, 12	
	11.00-13.00	9, 10, 11, 12, 23	9, 10, 11, 12	9, 11	
	13.00-15.00			9, 10, 11, 12	
	15.00-17.00		9, 10, 11	9, 10, 11, 12	
	17.00-19.00	9, 10, 11, 12	9		
Metalurji ve Malzeme	09.00-11.00	34, 35	35		
	11.00-13.00	33, 35			
	13.00-15.00			34	
	15.00-17.00		35		
	17.00-19.00	33	26, 31, 33, 34, 5		

**Çizelge 5.** Araştırma görevlilerinin sınav haftası boyunca atandıkları toplam görev sayısı

Çizelgeleme		
Araştırma görevlisi	El ile Yapılan	Önerilen
<b>1</b>	21	21
<b>2</b>	21	21
<b>3</b>	21	21
<b>4</b>	21	21
<b>5</b>	21	21
<b>6</b>	21	21
<b>7</b>	21	21
<b>8</b>	21	20
<b>9</b>	22	21
<b>10</b>	22	21
<b>11</b>	14	21
<b>12</b>	22	21
<b>13</b>	21	20
<b>14</b>	21	21
<b>15</b>	21	21
<b>16</b>	21	21
<b>17</b>	21	21
<b>18</b>	21	19
<b>19</b>	21	21
<b>20</b>	21	20
<b>21</b>	21	21
<b>22</b>	21	21
<b>23</b>	21	21
<b>24</b>	21	21
<b>25</b>	21	21
<b>26</b>	21	21
<b>27</b>	22	21
<b>28</b>	21	18
<b>29</b>	21	21
<b>30</b>	22	18
<b>31</b>	22	19
<b>32</b>	21	19
<b>33</b>	20	21
<b>34</b>	21	21
<b>35</b>	21	21
<b>36</b>	21	21

Elde edilen sonuçlar Çizelge 4’te verilmiştir ve Çizelge 3 ile karşılaştırılmıştır. Önerilen modelde her bir araştırma görevlisinin olabildiği kadar ilk önce kendi bölümünde gözetmen olarak atanmıştır.

Çizelge 5’te iki çizelgedeki toplam gözetmen sayıları karşılaştırılmış ve yeni modelde daha adil ve dengeli bir atama olduğu görülmüştür. Öncesinde el ile yapılan atamada kimi personelin 14 ataması varken kimi personelde bu durum 22 seviyesindedir. Her personel için yapılan atamanın hemen hemen eşit sayılarda olması, atamanın adil yapıldığını gösterir niteliktedir. El ile yapılan çizelgede ardı ardına araştırma görevlisinin atamalarının olmaması kriteri hiç dikkate alınmadan oluşturulurken, yeni modelde bu kriter hedef programlama yöntemi ile olabildiğince azaltılmak istenmiştir. El ile yapılan atamalarda 32 personelin art arda sınav ataması

yapılmıştır ve bu sorun yeni oluşturulan matematiksel model sayesinde giderilmiştir.

Çizelge 6’da birinci hedefin diğer hedefe göre önem değerleri değiştirilerek çözülen modelin hedeften ne oranda saptığı ile ilgili bilgi verilmiştir. Buna göre dört farklı senaryo ile hedef önemleri değiştirilmiştir. İlkinde her iki hedefin aynı önem derecesine sahip olduğu varsayımı üzerinden hesaplama yapılmıştır. Sonrasında ise ilk hedefin diğerinden iki kat daha önemli, beş kat daha önemli ve on kat daha önemli olması durumu incelenmiştir. Buna göre sonuçların sadece ilk iki önem değeri değiştiğinde farklılık ortaya koyduğu gözlemlenmiştir.

**Çizelge 6.** Farklı önem değerlerine göre hedeften sapma miktarları

	100-1	10-1	5-1	2-1	1-1
<b>Farklı bölüme atanma</b>	86	86	86	90	100
<b>Art arda atanmama</b>	32	32	32	24	8

## 6. Sonuç

Çalışanların belirlenen işlere atanması üretim sektöründe uzun yıllardan beri çalışılan bir konudur. Hizmet sektöründe ise son zamanlarda artan hizmet kolları, müşteri memnuniyetlerine verilen önem ve çalışanların dengeli iş beklentilerinden dolayı daha personel atamalarına daha çok önem verilmektedir. Bu çalışmada da Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesinde çalışan araştırma görevlilerinin sınav gözetmenlikleri atanmaları bir hedef programlama modeli ile yapılmıştır.

Çalışmada araştırma görevlilerinin dengeli ve adil bir şekilde atanması kesin olarak sağlanmıştır ve kurumun isteği üzerine ilk önce kendi bölümündeki bir sınava atanması ve ardı ardına sınavlara atanmanın en aza indirgenmesi olmak üzere iki hedef dikkate alınmıştır. Önerilen model ile daha önce uzun süreler alan görevli ataması ve kontrol işlemleri çok daha kısa sürede ve hatasız olarak yapılmaya başlanmıştır.

Bundan sonraki çalışmalarda kurulan modeller sadece üniversite ortamında değil daha birçok sektörde uygulanıp kullanılabilir. Bu çalışmadaki sınav sayıları, görevli sayıları, görevli istekleri ve bunun gibi her türlü unsur artırılarak daha geniş çaplı çizelgeler yapılabilir. Kullanılacak modellerin büyüklüğüne göre meta sezgisel yöntemlerden faydalanılabilir.

## Kaynaklar

Abbas, A.M., Tsang, E.P.K. (2001). Constraint-based timetabling-a case study. Computer Systems and Applications, ACS/IEEE International Conference, Beirut, Lebanon, 67-72.

Alfares, H. (2001). Staffing and Workforce Scheduling for a Security Gate. International Journal of Operations & Quantitative Management, 7, 281-293.

Al-Betar, M.A., Khader, A.T. (2012). A harmony search algorithm for university course timetabling, Annals of Operations Research, 194(1), 3-31.

Al-Yakoob, S.A., Sherali, H.D. (2007). A mixed-integer programming approach to a class timetabling problem: A case study with gender policies and traffic considerations. European Journal of Operational Research, 180 (3), 1028-1044.

Asmuni, H., Burke, E.K., Garibaldi, J., McCollum B. (2004). Fuzzy multiple ordering criteria for examination timetabling". Selected Papers from the 5th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling. Berlin, Germany, Springer Lecture Notes in Computer Science, 3616, 334-353.

Charnes, A., Cooper, W.W. (1961). Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. Wiley, New York.

Charnes, A., Cooper, W. W., Ferguson, R. (1955). Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming, Management Science, 1, 138-151.

Charnes, A., Cooper, W.W. (1977). Goal programming and multiple objective optimizations, European Journal of Operational Research I, 39-54.

Chu, S. C. K. (2007). Generating, scheduling and rostering of shift crew-duties: Applications at the Hong Kong International Airport. European Journal of Operational Research, 177, 1764-1778.

Corominas, A., Lusa, A., Pastor, R. (2004). Planning annualised hours with a finite set of weekly working hours and joint holidays. Annals of Operations Research, 128, 217-233.

Daskalaki, S., Birbas, T., Housos, E. (2004). An Integer Programming Formulation for a Case Study in University Timetabling. European Journal of Operational Research, 153 (1), 117-135.

Dimopoulou, M., Miliotis, P. (2004). An Automated University Course Timetabling System Developed in a Distributed Environment: A Case Study. European

- Journal of Operational Research, 153 (1), 136-147.
- Gunawan, A., Ming, K. (2011). Solving the Teacher Assignment Problem by Two Metaheuristics, *International Journal of Information and Management Sciences* 22, 73-86.
- Ignizio, J. *Introduction to Goal Programming*, Sage Publications Inc., Beverley Hills, California, USA, 1985.
- Legierski, W., Widawski, R. (2003). System of Automated Timetabling. 25th Int. Conf. Information Technology Interfaces ITI 2003, Cavtat, Croatia, 495-500.
- Lewis, R. (2008). A survey of metaheuristic-based techniques for University Timetabling problems, *OR Spectrum*, 30(1), 167-190.
- Parthiban, P., Ganesh, K., Narayanan, S., Dhanalakshmi, R. (2004). Preferences Based Decision-Making Model (PDM) for Faculty Course Assignment Problem. *Engineering Management Conference Proceedings, IEEE International*, Singapore, 3, 1338- 1341.
- Qu, R., Burke, E.K., McCollum, B., Merlot, L.T.G., Lee, S.Y. (2009). A survey of search methodologies and automated system development for examination timetabling, *Journal of Scheduling*, 12(1), 55-89.
- Schaerf, A. (1999). Local Search Techniques for Large High School Timetabling Problems. *Systems, Man and Cybernetics. Part A, IEEE Transactions*, 29 (4), 368-377.
- Sigl, B., Golub, M., Mornar, V. (2003). Solving Timetable Scheduling Problem Using Genetic Algorithms. *Information Technology Interfaces, ITI 2003. Proceedings of the 25th International Conference*, Dubrovnik, Croatia, 519- 524.
- Soria-Alcaraz, J.A., Ochoa, G., Swan, J., Carpio, M., Puga, H., Burke, E.K. (2014). Effective learning hyper-heuristics for the course timetabling problem, *European Journal of Operational Research*. 238, 77-86.
- Tam, V., Ting, D. (2003). Combining the Min-Conflicts and Look-Forward Heuristics to Effectively Solve a Set of Hard University Timetabling Problems. 15th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI'03). Sacramento, California, USA, 492-496.
- Topaloğlu, S., Özkarahan, I. (2004). An implicit goal programming model for the tour scheduling problem considering the employee work preferences. *Annals of Operations Research*, 128, 135-158.
- Ünal, F.M., Eren, T. (2016). Hedef Programlama ile Nöbet Çizelgeleme Probleminin Çözümü. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 4 (1), 28-37.
- Ünlüsoy, S., Eren, T. (2016). Kamusal Binalarda Temizlik Çizelgeleme ve Örnek Uygulama. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 4 (3), 149-155.
- Varlı, E., Eren, T., Gençer, M. A., Çetin, Ö.S. (2016). Ankara Metrosu M1 Hattındaki Vatmanların Vardiya Saatlerinin Çizelgelenmesi. *3.Uluslararası Raylı Sistemler Mühendisliği Sempozyumu-Karabük*.
- Varlı, E., Eren, T. (2017). Hemşire Çizelgeleme Problemi ve Bir Hastanede Uygulama. *Akademik Platform Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi*, 5(1), ss. 34-40.
- Varlı, E., Ergişi, B., Eren, T. (2017). Özel Kısıtlı Hemşire Çizelgeleme Problemi: Hedef Programlama Yaklaşımı. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0 (49), 189-206.
- Yang, Y., Petrovic, S. (2004). A Novel Similarity Measure for Heuristic Selection in Examination Timetabling. In: Burke, E.K., Trick, M. (eds.) *Proceedings of the 5th International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling*, 377-396.
- Zhang, L., Lau, S.K. (2005). Constructing university timetable using constraint satisfaction programming approach. *Proceedings of the 2005 International Conference on Computational Intelligence for Modelling, Control and Automation, and International Conference on Intelligent Agents, Web Technologies and Internet Commerce (CIMCA-IAWTIC'05)*, Vienna, Austria, 55-60.

Zhaohui, F., Lim, A. (2000). Heuristics for the Exam Scheduling Problem. Tools with Artificial Intelligence, ICTAI 2000 Proceedings. 12th IEEE International Conference, Vancouver, Canada, 172–175.