

## SINAVLARA GÖZETMEN ATAMA PROBLEMLERİNİN ÇALIŞMA SAYFALARI İLE OPTİMİZASYONU

Mehmet ÖZÇALICI<sup>1</sup>

### Özet

Sınavlara gözetmen atama işlemi üniversite personeli için dikkat gerektiren ve süreklilik arz eden bir uğraştır. Literatürde yapılan çalışmalar incelendiğinde personel çizelgeleme probleminin öğrenci işleri bilgi sistemi ile bağlantılı olan veri tabanlarını kullanan gelişmiş sistemler yardımıyla veya matematiksel modeller yardımıyla çözüldüğü belirlenmiştir. İnceleme sonucunda sınavlara gözetmen atama problemlerinin çalışma sayfaları ile modellendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Literatürdeki bu açığı kapatmak için, bu çalışmada gözetmen atama probleminin Microsoft Excel™ çalışma sayfası ile çözülmesi önerilmektedir. Kilis 7 Aralık Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi 2014-2015 Bahar dönemi ara sınavlarına gözetmen atama problemine ilişkin veriler yardımıyla bir çalışma sayfası modellenmiştir. Daha sonra çözücü araç kutusu yardımıyla gözetmen atamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonunda sınavlara gözetmen atama işleminin çalışma sayfasının kullanıldığı durumda objektif ve hızlı bir şekilde yapılabildiği ortaya çıkmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Tamsayılı Programlama, Çalışma Sayfası, Optimizasyon, Personel Çizelgeleme, Gözetmen Atama.

**JEL Sınıflaması:** C44, C60, M50

## SPREADSHEET BASED OPTIMIZATION OF EXAMINATION SCHEDULING PROBLEMS

### Abstract

Staff scheduling process requires special care by the responsible personnel of the university and also it is perpetual. Literature review revealed that examination scheduling problems are solved by using complex systems which requires access to database of Registrar's Office or by pure mathematical models. Literature review also revealed that scheduling problems have not been modeled with spreadsheets. To fill this gap in the literature, this study suggests that examination scheduling problems can be modeled and also solved by spreadsheets of Microsoft Excel™. A spreadsheet is modeled using the actual data belong to Kilis 7 Aralık University Faculty of Economics and Administrative Sciences, 2014-2015 Spring midterm exams. Then the model is solved by Solver Toolbox. The results indicate that scheduling by spreadsheet produced objective and faster results.

**Keywords:** Integer Programming, Spreadsheets, Optimization, Personnel Scheduling, Examination Scheduling.

**JEL Classification:** C44, C60, M50

<sup>1</sup> Yrd. Doç. Dr., Kilis 7 Aralık Üniversitesi, mozcatici@kilis.edu.tr, Kilis 7 Aralık Üniversitesi İİBF Kilis 79100.

## **GİRİŞ**

Personel çizelgeleme (personnel scheduling) problemleri yöneylem araştırmasında sıklıkla çalışılan problemlerden biridir. Gözetmen atama problemi ise, özel olarak bir sınav takviminde sınavlara gerektiği sayıda gözetmen atanma problemidir. Gözetmenlerin çalışma takvimlerinin birbirlerinden farklı olması ve her sınava gerektiği kadar gözetmen atama zorunluluğu problemi önemli hale getirmektedir. Personel çizelgeleme problemleri doğrusal programlama, hedef programlama, tamsayı programlama, karışık tam sayılı programlama, dinamik programlama ve genetik algoritmalar gibi farklı yöntemlerle çözülebilmektedirler (Bergh vd., 2013).

Eğitim kurumları için bilgisayar tabanlı bir sınav programı hazırlama, sınav programının el yordamı ile hazırlanması durumunda oluşacak hataların maliyetleri (Yaldır ve Baysal, 2012) gibi nedenlerden ötürü kaçınılmaz olmaktadır. Üstelik bilgisayar tabanlı personel çizelgeleme işlemi, problemin ölçeği arttığında önemli ölçüde maliyet tasarrufu sağlayabilmektedir (Alfares ve Bailey, 1997).

Üniversitelerde sınavlara gözetmen atama problemleri her dönem birden fazla kez (ara sınav, final, bütünleme vs) çözülmesi gereken bir problemdir. Bu problemin birden fazla çözüm yolu mevcuttur. Bu çözüm yollarından bazılarını şu şekilde sıralamak mümkündür. İlk olarak problem herhangi bir destek almadan görevlendirilen bir kişi tarafından el yordamıyla gerçekleştirilebilir. Ancak bu durumda hata yapma olasılığı önemli boyutta olacak ve problemin büyüklüğüne göre harcanması gereken çaba da artacaktır. İkinci olarak söz konusu problem matematiksel modelleme yardımıyla çözülebilir. Bu durumda problem, matematiksel programlama modeli haline getirilecek, daha sonra gerekli algoritmalar yardımıyla çözüm gerçekleştirilecektir. Ancak bunun için algoritmaları uygulayacak kişilere ihtiyaç duyulacaktır. Üçüncü olarak bilgisayarlar yardımıyla çözüm gerçekleştirilebilir. Literatürde, öğrenci işleri veri tabanı ile bağlantı kuran sistemler tanıtılmış ve başarılı bir şekilde kullanıldığı ortaya çıkmıştır (Yaldır ve Baysal, 2012). Ancak bu yöntemin uygulanabilmesi, üniversitenin veri tabanına erişim imkanına ve ileri düzeyde bilgisayar programlama bilgisine bağlıdır. Bu çalışmada ise farklı bir çözüm yolu önerilmektedir. Çalışmada, sınavlara gözetmen atama problemini çözmek için Excel Çalışma sayfası modeli geliştirilmiştir. Söz konusu bu model aynı zamanda bir tam sayılı programlama modelidir. Bu modelin Çözücü Araç kutusu ile nasıl çözüleceği, gerçek bir gözetmen atama örneğiyle tanıtılmıştır.

Çalışma 4 bölümden oluşmaktadır. Bu giriş bölümünden sonra, literatürde yapılan çalışmalar incelenecektir. İkinci bölümde problem ve çözümüne yer verilmiştir. Son olarak sonuç bölümünde, çalışmada ortaya çıkan sonuç ve ileriki çalışmalar için öneriler yer almaktadır.

## **I. LİTERATÜR TARAMASI**

Personel çizelgeleme problemi literatürde ilk olarak matematiksel modellerle çözülmüştür Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda bilgisayar destekli çözüm yollarının da önerildiği yer aldığı görülmektedir.

Literatürde personel çizelgeleme problemi ile ilgili yapılan ilk çalışmalardan bir tanesi Min (1987) ye aittir. Yazar, kütüphanede çalışan personelin çizelgesinin hazırlanmasında 1-0 hedef programlama yöntemini uygulamıştır. Çalışmada kullanılan modelin gerçek hayatta birçok problemin çözümünde de kullanılabileceği ifade edilmektedir. Khan ve Lewis (1987)

ise hastanelerde çalışan hemşirelerin çalışma zamanlarını çizelgelemek için ağ modelini kullanmışlardır.

Bunun yanı sıra literatürde elektronik çalışma sayfaları ile personel çizelgeleme problemi çözülmüştür. Bu konu ile ilgili yapılan ilk çalışmalardan bir tanesi Ashley (1995)'e aittir. Çalışmasında bir üniversitenin kütüphanesinde çalışacak kişiler için zaman çizelgesini oluşturma problemi üzerinde durulmuştur. Geliştirilen model Lotus 123 programı ile çözülmüştür.

Sarin ve Aggrawal (2001) bir taşıma sistemindeki optimal işçi sayısının belirlenmesi problemi üzerinde durmuşlardır. Kamyonlar merkeze farklı zamanlarda gelmekte ve farklı zamanlarda merkezden ayrılmaktadır. Bu durumda minimum çalışan sayısının belirlenmesi gerekmektedir. Önerdikleri yöntemi bir taşıma firmasının gerçek verilerini kullanmak suretiyle denemişlerdir.

Blöchliger, I. (2004), personel çizelgeleme problemi modellerinin nasıl kurulması gerektiğine ilişkin tanımlayıcı bir çalışma yapmıştır. Personel çizelgeleme probleminin elemanları olan, çalışan, zaman, iş, maliyet ve karar değişkenleri genel bir perspektifte incelenmiştir. Aynı zamanda kısıtlar ve amaç fonksiyonunun nasıl oluşturulması gerektiğine ilişkin tavsiyelerde bulunulmuştur. Ernst vd (2004) yaptıkları çalışmalarında literatürde yer alan personel çizelgeleme uygulamalarını, yöntemlerini ve modellerini incelemişlerdir. Çalışmalarının sonunda personel çizelgelemenin literatürde sıklıkla çalışılan problemlerden biri olduğu ortaya çıkmıştır. Bununla beraber bu konuda çalışmaların devam ettiği raporlanmıştır. Ulucan ve Eryiğit (2004) havayolu taşımacılığı için filo çizelgeleme ve tayfa eşleştirme problemleri üzerinde durmuşlardır. Yöneylem araştırması teknikleri sayısal örnekler yardımıyla tanıtılmıştır.

Kağnıcıoğlu ve Yıldız (2006) Dumlupınar Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü sınavlarına gözetmen atama problemi üzerinde durmuştur. Gözetmen atama problemini 0-1 tamsayılı bulanık hedef programlama yaklaşımı ile çözmüşlerdir.

Sungur (2008), tur çizelgeleme problemini karma tamsayılı hedef programlama modeli ile çözmüştür. Çalışmasında önerilen model bir güzellik salonunun tur çizelgeleme problemi için incelenmiştir.

Günther ve Nissen (2010) çalışmalarında meta-sezgisel özellikle de Parçacık Sürü Optimizasyonu (Particle Swarm Optimization) yönteminin personel çizelgeleme uygulamalarını geliştirebileceklerini raporlamaktadırlar. Çalışmalarında önerdikleri modeli, lojistik servis sağlayan bir işletmenin çalışanları için çizelgeleme oluşturmada kullanmışlardır. Karaathlı ve Güngör (2010) çalışmalarında hemşirelerin çalışma çizelgelemesi problemini çözmek için bulanık çok amaçlı doğrusal bir model önermişlerdir. Çalışmalarında önerdikleri yöntemi bir hastanede çalışan hemşirelerin çizelgeleme problemi için uygulamışlardır. Sonuçta en uygun modelde hemşirelerin ortalama çalışma saati azaltılabilmektedir.

Boysen ve Flidner (2011) uçakların havalimanına inişlerini, yer mürettebatının işyükünü dengelemek problemi üzerinde durmuşlardır. Çalışmalarında dinamik programlama yöntemini kullanmışlardır. Sadjadi vd (2011) çalışmalarında personel çizelgeleme problemi için yeni bir karışık tamsayılı programlama modeli geliştirmişlerdir. Talebin belirsiz ve genel bir olasılık dağılımına sahip olduğu durumu göz önünde bulundurmuşlardır. Önerdikleri modelin performansını test etmek için simülasyon ve optimizasyon yöntemi kullanmışlardır. Brunner ve Edenharter (2011) ise bir hastanedeki doktorların uzun dönemli çalışma çizelgesini hazırlamışlardır. Karışık tamsayılı programlama modeli kurmuşlardır ve sütun bazlı sezgisel algoritma ile çözmüşlerdir. Çalışmalarının sonucunda modelin, hastane yönetimi tarafından karar desteği olarak

kullanılabileceği sonucu ortaya çıkmıştır. Brucker vd (2011) personel çizelgeleme için genel bir matematiksel model geliştirmişlerdir.

Yaldir ve Baysal (2012) genetik algoritma tekniğini kullanmak suretiyle sınav takvimi oluşturmuşlardır. Çalışmalarında kurguladıkları sistem öğrenci işlerinin veri tabanı ile ortak çalışmaktadır. Bağ vd. (2012) hemşire çizelgeleme probleminin çözümünü 0-1 hedef programlama ve Analitik ağ prosesi yöntemleri ile sağlamıştır ve söz konusu yöntemi Kırıkkalede bir hastanede uygulamışlardır.

Gerşil ve Palamutçuoğlu (2013) yaptıkları çalışmada ders çizelgeleme problemini melez genetik algoritmalar ile çözecek bir yöntem önermektedirler. Önerdikleri yöntemi gerçek veri seti üzerinde uygulamışlardır. Sonuçta modelin daha kaliteli ve daha hızlı sonuçlar ürettiğini raporlamışlardır.

Köçken vd (2014) yurtiçinde bulunan bir üniversitenin bir bölümünün haftalık ders programını çözecek tamsayılı matematiksel bir model geliştirmişlerdir. Çalışmalarında lisans bölümü servis dışı dersleri kullanmışlardır. Öztürkoğlu ve Çalışkan (2014) çalışmalarında hemşire çizelgelemesinde esnek vardiya planlaması üzerine odaklanmışlardır. Çalışmalarında kullandıkları modelin amacı, hemşirelerin kendi tercihlerine ağırlık vermektedir. Önerdikleri modeli bir hastanede uygulamışlardır ve modelin hemşirelerin tercihlerini büyük oranda yerine getirdiğini raporlamaktadırlar.

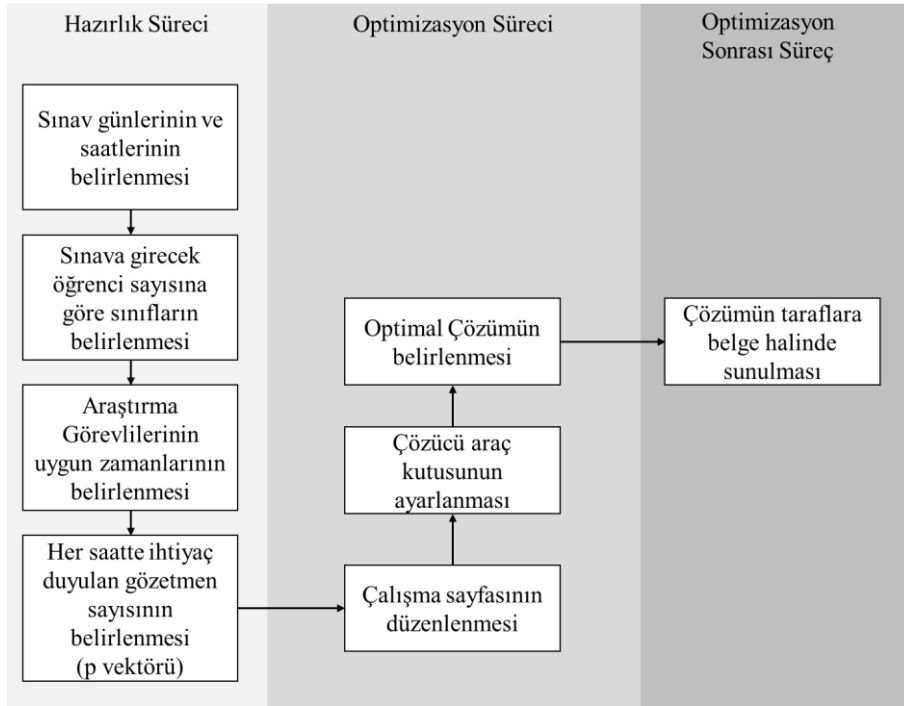
Yukarıda incelenen çalışmalar göz önüne alındığında her bir çalışmanın neredeyse birbirlerinden farklı kısıtlara ihtiyaç duyduğu ortaya çıkmaktadır. Başka bir ifade ile her bir çalışmada elde edilen sonuçlar birbirinden farklıdır. Bu durum farklı yöntemlerin performanslarının karşılaştırılmasını olanaksız kılmaktadır.

## **II. ANALİZ**

### **II.I. Kilis 7 Aralık Üniversitesi İİBF Sınav Gözetmeni Atama Problemi**

Kilis 7 Aralık Üniversitesi, İİBF fakültesinde sınavlara gözetmen atama işlemi ilk olarak sınav günlerinin belirlenmesi ile başlamaktadır. Daha sonra sınava girecek öğrenci sayısına göre sınıflar sınavlar için ayrılmaktadır. Öğrenci sayısı fazla olan sınavlara daha büyük sınıflar ayrılmaktadır. Bu işlemden sonra, araştırma görevlilerinin uygun zamanları belirlenmektedir (Bazı günler bazı araştırma görevleri hazır bulunamamaktadır). Bir sonraki adım olarak her saatte ihtiyaç duyulan gözetmen sayısı vektörü belirlenmektedir.

Önerilen modelde çalışma sayfaları ile atama işlemi gerçekleştirilmektedir. Başka bir ifade ile Şekil 1'deki optimizasyon süreci, genel sınav programı hazırlama sürecine dahil edilmiş olmaktadır.



Şekil 1. K7AU İİBF Gözetmen Atama Süreci

Kilis 7 Aralık Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi 2014-2015 Bahar yarı ara sınav programında İktisat ve İşletme Bölümlerinde birinci ve ikinci öğretimlerde toplam 61 adet sınav yer almaktadır. Her sınavın gerektirdiği gözetmen sayısı birbirlerinden farklılık arz etmektedir. Örneğin bazı sınavlarda 2 adet gözetmen atanması gerekirken, bazı sınavlarda 6 adet gözetmenin atanması gerekmektedir. 2014-2015 Bahar dönemi ara sınav programında mevcut araştırma görevlisi sayısı 7 dir. Sınavların süresi maksimum 50 dakikadır.

Söz konusu problemde karar değişkeni sayısı 427 dir. Bu düzeydeki bir problemin doğrusal programlama ile çözülmesi zordur. Microsoft Excel yazılımı, eklentiler kullanılmadan en fazla 200 adet karar değişkeni kullanmaya izin vermektedir. Bu nedenle sınavlara gözetmen atama probleminin çözümünü doğrusal programlama ile çözebilmek için bazı varsayımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu varsayımlar şu şekildedir;

- İşletme ve İktisat bölümlerinin sınav programları ayrı ayrı hazırlanmaktadır. Gerçek uygulamada gözetmen atama işlemi iktisat ve işletme bölümünün sınav programları bütün olarak düşünülerek suretiyle hazırlanmaktadır. Ancak problemi doğrusal programlama ile çözebilmek adına çalışmada sadece işletme bölümünün sınavları dikkate alınacaktır.

- İşletme Bölümü sınavları için 5 adet araştırma görevlisinin görevlendirildiği varsayılmaktadır. Gerçek atama probleminde fakültede görev yapmakta olan 7 adet araştırma görevlisinin hepsi bütün sınavlara atanabilmektedir. 2014-2015 Bahar döneminde İşletme Bölümü sınavlarında ihtiyaç duyulan gözetmen sayısı 2 ile 6 arasında değişmektedir. 5. ve 6. Gözetmenlerin diğer bölümlerdeki araştırma görevlilerinden atandığı varsayılmaktadır.

Bu varsayımlar doğru kabul edildiğinde 2014-2015 Bahar Dönemi İşletme Bölümü birinci vize programında 30 adet sınav ve 104 adet gözetmenlik görevi bulunmaktadır. Bu boyuta indirgenen sınav programının doğrusal programlama ile çözülmesi mümkün hale gelmektedir.

## II.II. İşletme Bölümü için Tamsayı Doğrusal Programlama Modeli

Karar Değişkenleri

$$x_{ij} = \begin{cases} 0, & i. \text{ sınav } j. \text{ araştırma görevlisi gözetmen olarak atanmamışsa} \\ 1, & i. \text{ sınav } j. \text{ araştırma görevlisi gözetmen olarak atanmışsa} \end{cases}$$

$p_i$  = sınavlar için gerekli gözetmen sayısını içeren vektör

$n$  = araştırma görevlisi sayısı

$k$  = sınav sayısı

Amaç Fonksiyonu; her bir gözetmenin aldığı görev sayısının minimum olması amaçlanmaktadır.

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

Kısıtlar;

İlk kısıt her bir araştırma görevlisinin mümkün olduğunca eşit sayıda görev almasına ilişkin oluşturulan bir kısıttır. Toplam görev sayısı her zaman araştırma görevlisi sayısına tam bölünen bir sayı olmamaktadır. Başka bir ifade ile araştırma görevlileri arasındaki görev sayısı farklılık arz edecektir. Fakat bu farklılığın en alt düzeyde olması gerekmektedir. Bunu sağlamak adına aşağıdaki kısıt modele eklenmiştir.

$$\text{floor} \left( \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{n} \right) \leq \sum_{i=1}^k x_{ij} \leq \text{ceil} \left( \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{n} \right)$$

İkinci kısıt her bir karar değişkeninin bir ve sıfırlardan oluştuğu ikili değişken kısıttır.

$$\forall x_{ij} = \text{bin}, i = 1, \dots, k \text{ ve } j = 1, \dots, n$$

Bir diğer kısıt söz konusu günde gerekli gözetmen sayısı kadar atanmanın sağlanması kısıttır. Bu kısıt ise matematiksel olarak aşağıdaki gibi ifade edilmektedir.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = p_i, i = 1, \dots, k$$

Şekil 2 'de sütunlarda araştırma görevlileri yer almaktadır. Araştırma görevlileri A, B, C, D ve E harfleri ile isimlendirilmiştir. İlk sütun tarih değerini içerir. İkinci sütun gün sayısını belirlemektedir. Üçüncü sütun saati içerir. Dördüncü sütun ise o gün o saatte gerekli gözetmen sayısını içermektedir.

## II.III. Excel Çalışma Sayfası Tasarımı

Problemin çözümü Excel Çözücü araç kutusu yardımıyla gerçekleştirilecektir. Çözücü araç kutusunun çalışabilmesi için çalışma sayfasının doğru bir şekilde tasarlanması gerekmektedir. Şekil 2'de bu çalışma için önerilen çalışma sayfası tasarımı yer almaktadır. D3:D32 aralığında her bir saatte gerekli gözetmen sayısı yer almaktadır. Bu değerler veri

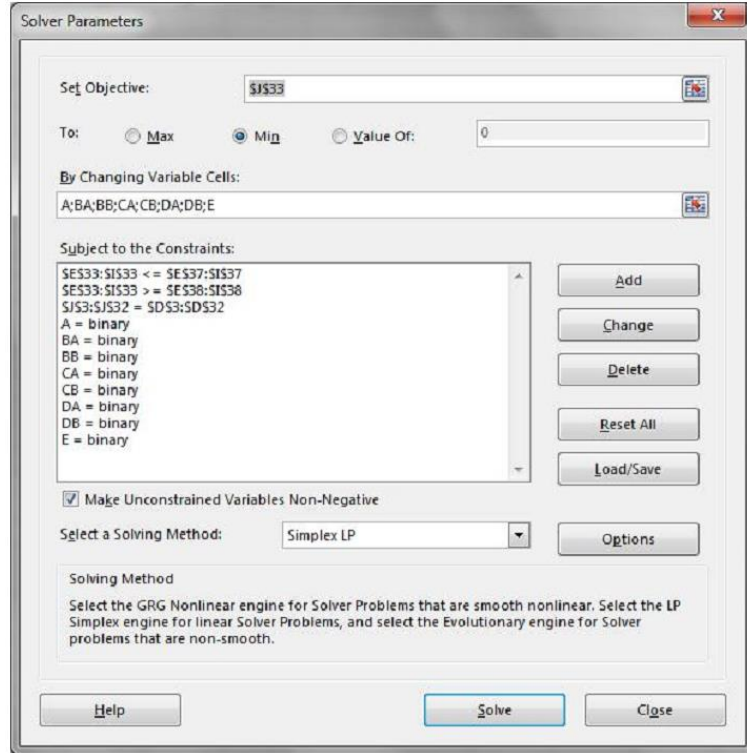
olarak bulunmaktadır. Başka bir ifade ile bu aralıkta o kadar gözetmene ihtiyaç duyulduğu bilinmektedir. D33 hücresi ise D3:D32 aralığındaki değerlerin toplamıdır. Başka bir ifade ile toplam gerekli gözetmen sayısını içermektedir. E3:I32 aralığında ise karar değişkenleri yer almaktadır. Buradaki değerler 1 veya 0 değerlerinden oluşmaktadır ve bu değerlerin bir (sıfır) olması o saatte, o araştırma görevlisinin görevi olduğu (görevi olmadığı) anlamına gelmektedir. J3:J32 aralığında ise her bir saat için atanan toplam gözetmen sayısı yer almaktadır. Buradaki değerler mutlaka D3:D32 aralığındaki değerlere eşit olmak durumundadır. J33 hücresinde J3:J32 aralığındaki değerlerin toplamı yer almaktadır. Başka bir ifade ile bu hücrede o zamana kadar atanmış gözetmen sayısı yer almaktadır. Bu değer D33 hücresindeki değere eşit olması gerekmektedir. E3:E32 arası A araştırma görevlisinin toplam görev sayısını içermektedir. Alt ve üst sınırlar araştırma görevlisi sayısı kadar hesaplanmıştır. Alt sınır toplam gerekli gözetmen sayısının (D33 hücresi), sınavları gerçekleştirmek için hazır bulunan gözetmen sayısına bölünmesi sonucunun aşağı yuvarlanması ile elde edilmektedir. Üst sınırlar ise toplam gerekli gözetmen sayısının gözetmen sayısına bölünmesi sonucunun yukarı yuvarlanması ile elde edilmiştir.

|    | A  | B                  | C         | D            | E            | F  | G  | H  | I      | J | K                        |
|----|----|--------------------|-----------|--------------|--------------|----|----|----|--------|---|--------------------------|
| 1  |    | Karar Değişkenleri |           |              |              |    |    |    |        |   |                          |
| 2  |    |                    | p         | A            | B            | C  | D  | E  | Toplam |   | =SUM(E3:I3)              |
| 3  | 6  | Pazartesi          | 10:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 4  | 6  | Pazartesi          | 14:00     | 2            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 5  | 6  | Pazartesi          | 16:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 6  | 6  | Pazartesi          | 18:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 7  | 7  | Salı               | 11:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 8  | 7  | Salı               | 14:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 9  | 7  | Salı               | 16:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 10 | 7  | Salı               | 18:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 11 | 8  | Çarşamba           | 11:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 12 | 8  | Çarşamba           | 14:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 13 | 8  | Çarşamba           | 18:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 14 | 9  | Perşembe           | 14:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 15 | 9  | Perşembe           | 16:00     | 5            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 16 | 9  | Perşembe           | 18:00     | 5            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 17 | 10 | Cuma               | 11:00     | 2            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 18 | 10 | Cuma               | 16:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 19 | 13 | Pazartesi          | 11:00     | 2            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 20 | 13 | Pazartesi          | 14:00     | 2            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 21 | 13 | Pazartesi          | 16:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 22 | 13 | Pazartesi          | 18:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 23 | 14 | Salı               | 11:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 24 | 14 | Salı               | 14:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 25 | 14 | Salı               | 16:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 26 | 14 | Salı               | 18:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 27 | 15 | Çarşamba           | 14:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 28 | 15 | Çarşamba           | 16:00     | 3            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 29 | 15 | Çarşamba           | 18:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 30 | 16 | Perşembe           | 11:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 31 | 16 | Perşembe           | 14:00     | 2            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 32 | 16 | Perşembe           | 16:00     | 4            |              |    |    |    |        | 0 |                          |
| 33 |    |                    |           | 104          | 0            | 0  | 0  | 0  | 0      | 0 | Amaç Fonksiyonu          |
| 34 |    |                    |           |              |              |    |    |    |        |   |                          |
| 35 |    |                    |           | =SUM(D3:D32) |              |    |    |    |        |   |                          |
| 36 |    |                    |           |              | =SUM(E3:E32) |    |    |    |        |   | =SUM(J3:J32)             |
| 37 |    |                    | Üst Sınır | 21           | 21           | 21 | 21 | 21 |        |   |                          |
| 38 |    |                    | Alt Sınır | 20           | 20           | 20 | 20 | 20 |        |   | =CEILING.MATH(\$D\$33/5) |
| 39 |    |                    |           |              |              |    |    |    |        |   | =FLOOR.MATH(\$D\$33/5)   |
| 40 |    |                    |           |              |              |    |    |    |        |   |                          |
| 41 |    |                    |           |              |              |    |    |    |        |   |                          |

Şekil 2. Excel Çalışma Sayfası Tasarımı

#### II.IV. Excel Çözücü Parametrelerinin Ayarlanması

Amaç fonksiyonu J33 isimli hücrede yer almaktadır. Karar değişkenleri Şekil 2’de siyah renk ile karartılmamış hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücre grupları A, BA, BB, ... DA, DB ve E olarak isimlendirilmiştir. Bu değerlerin hepsinin ikili değişken olması gerekmektedir. Alt ve üst sınırlar da aynı şekilde belirlenmiştir. Çalışma sayfası tasarlandıktan sonra çözücü araç kutusunda matematiksel formun ayarlanması gerekmektedir. Şekil 3’de, çalışmadaki problemin çözümünü sağlayacak çözücü parametreleri yer almaktadır.



Şekil 3. Excel Çözücü Parametreleri

#### II.V. Optimal Çözüm

Şekil 4 ‘de görüldüğü gibi her satır için gerekli gözetmen sayısı tam olarak sağlanmış ve her bir araştırma görevlisine yaklaşık olarak eşit sayıda görev düşmüştür. A, B, D ve E kodları ile temsil edilen araştırma görevlilerinde dönemde 21 adet sınava gözetmen olarak atanmışken, C kodu ile temsil edilen araştırma görevlisine ise 20 adet sınava gözetmen olarak atanmıştır. Görevler arasındaki bu farklılık toplam görev sayısının araştırma görevlisi sayısına eşit olarak bölünemiyor olmasından kaynaklanmaktadır.



|    | A  | B                  | C     | D         | E  | F  | G  | H  | I  | J      | K                    |
|----|----|--------------------|-------|-----------|----|----|----|----|----|--------|----------------------|
| 1  |    | Karar Değişkenleri |       |           |    |    |    |    |    |        |                      |
| 2  |    |                    |       | p         | A  | B  | C  | D  | E  | Toplam |                      |
| 3  | 6  | Pazartesi          | 10:00 | 4         |    |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 4  | 6  | Pazartesi          | 14:00 | 2         |    |    | 1  | 0  | 1  | 0      | 2                    |
| 5  | 6  | Pazartesi          | 16:00 | 4         |    |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 6  | 6  | Pazartesi          | 18:00 | 4         |    |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 7  | 7  | Salı               | 11:00 | 3         |    |    | 1  |    | 1  | 1      | 3                    |
| 8  | 7  | Salı               | 14:00 | 3         |    |    | 1  |    | 1  | 1      | 3                    |
| 9  | 7  | Salı               | 16:00 | 3         |    |    | 1  |    | 1  | 1      | 3                    |
| 10 | 7  | Salı               | 18:00 | 3         |    |    | 1  |    | 1  | 1      | 3                    |
| 11 | 8  | Çarşamba           | 11:00 | 4         | 1  | 1  |    |    | 1  | 1      | 4                    |
| 12 | 8  | Çarşamba           | 14:00 | 4         | 1  | 1  |    |    | 1  | 1      | 4                    |
| 13 | 8  | Çarşamba           | 18:00 | 4         | 1  | 1  |    |    | 1  | 1      | 4                    |
| 14 | 9  | Perşembe           | 14:00 | 4         | 0  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 15 | 9  | Perşembe           | 16:00 | 5         | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1      | 5                    |
| 16 | 9  | Perşembe           | 18:00 | 5         | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1      | 5                    |
| 17 | 10 | Cuma               | 11:00 | 2         | 1  | 1  | 0  |    |    | 0      | 2                    |
| 18 | 10 | Cuma               | 16:00 | 4         | 1  | 1  | 1  |    |    | 1      | 4                    |
| 19 | 13 | Pazartesi          | 11:00 | 2         | 1  |    |    | 0  |    | 1      | 2                    |
| 20 | 13 | Pazartesi          | 14:00 | 2         | 1  |    | 1  |    |    | 0      | 2                    |
| 21 | 13 | Pazartesi          | 16:00 | 3         | 1  |    | 1  |    |    | 1      | 3                    |
| 22 | 13 | Pazartesi          | 18:00 | 3         | 1  |    | 1  |    |    | 1      | 3                    |
| 23 | 14 | Salı               | 11:00 | 4         | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 24 | 14 | Salı               | 14:00 | 4         | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 25 | 14 | Salı               | 16:00 | 4         | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 26 | 14 | Salı               | 18:00 | 4         | 1  |    | 1  | 1  | 1  | 1      | 4                    |
| 27 | 15 | Çarşamba           | 14:00 | 3         | 1  | 1  | 1  | 0  |    |        | 3                    |
| 28 | 15 | Çarşamba           | 16:00 | 3         | 1  | 1  | 1  | 0  |    |        | 3                    |
| 29 | 15 | Çarşamba           | 18:00 | 4         | 1  | 1  | 1  | 1  |    |        | 4                    |
| 30 | 16 | Perşembe           | 11:00 | 4         | 1  | 1  | 1  | 1  |    |        | 4                    |
| 31 | 16 | Perşembe           | 14:00 | 2         | 1  | 0  | 1  | 0  |    |        | 2                    |
| 32 | 16 | Perşembe           | 16:00 | 4         | 1  | 1  | 1  | 1  |    |        | 4                    |
| 33 |    |                    |       | 104       | 21 | 21 | 20 | 21 | 21 |        | 104 =Amaç Fonksiyonu |
| 34 |    |                    |       |           |    |    |    |    |    |        |                      |
| 35 |    |                    |       |           |    |    |    |    |    |        |                      |
| 36 |    |                    |       |           |    |    |    |    |    |        |                      |
| 37 |    |                    |       | Üst Sınır | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |        |                      |
| 38 |    |                    |       | Alt Sınır | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |        |                      |

Şekil 4. Çözücü Sonuçları

## SONUÇ

Bu çalışmada sınavlara gözetmen atama probleminin çalışma sayfaları ile çözülebileceği önerilmiştir. Örnek uygulama olarak Kilis 7 Aralık Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi sınavlarına gözetmen atama problemi çalışma sayfası ile modellenmiş ve yine aynı programla çözümü gerçekleştirilmiştir.

Sınav programına gözetmen atama işlemi üniversite personeli için çözülmesi zorunlu bir problemdir. Bu nedenle bu problemin daha etkin bir şekilde çözülmesine yönelik araştırmalar devam etmektedir. Bu atama probleminin çalışma sayfası ile modellenmesinin çeşitli avantajlı tarafları mevcuttur. İlk olarak atama tarafsız bir şekilde gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle subjektif olma durumu ortadan kaldırılmış olmaktadır. Ayrıca her ne kadar parametre ayarlaması zaman alabilen bir süreç olsa da, atama işlemini yapan görevlinin sonraki süreçlerde daha az çaba harcamasına neden olmaktadır. Çalışma sayfası ile atama gerçekleştirildiğinde hem atama süresinin oldukça kısalmış hem de dengeli bir dağıtım gerçekleştirilmiştir.

Excel yazılımı için, solver araç kutusunun daha fazla sayıda karar değişkenine sahip problemleri çözmesini sağlayacak eklentiler mevcuttur. Bu nedenle çalışma sayfaları fakülte yöneticileri tarafından gözetmen atamalarında kullanılabilir. Aynı şekilde sınav atama öncesi ve sonrası işlemler yine çalışma sayfasında yazılacak makrolar sayesinde otomatik olarak gerçekleştirilebilir. Böylelikle bu çalışmada önerilen yöntem, sınav programları için bütünsel bir sistemin bir parçası olabilir.

## KAYNAKÇA

- Alfares, H. & Bailey, J. (1997). Integrated project task and manpower scheduling. *IIE Transactions*, 29:711-717.
- Ashley, D. (1995). A spreadsheet optimization system for library staff scheduling. *Computers and Operations Research*, 22(6):615-624.
- Bağ, N, Özdemir, N.M. & Eren T. (2012). 0-1 Hedef programlama ve ANP yöntemi ile hemşire çizelgeleme problemi çözümü. *International Journal of Engineering Research and Development*, 4(1):2-6.
- Bergh, J. V. D., Belien, J., Bruecker, P.D. & Demeulemeester, E. (2013). Personnel scheduling: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 226():367-385.
- Blöchliger, I. (2004). Modeling staff scheduling problems. A tutorial. *European Journal of Operational Research*, 158:533-542.
- Boysen, N. & Flidner, M. (2011). Scheduling aircraft landings to balance workload of ground staff. *Computers & Industrial Engineering*, 60:206-217.
- Brucker, P., Qu, R. & Burke, E. (2011). Personnel scheduling: Models and complexity. *European Journal of Operational Research*, 210. 467-473.
- Brunner, J. O. & 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.
- Ernst, A.T., Jiang, H., Krishnamoorthy, M. & Sier, D. (2004). Staff scheduling and rostering: A review of applications, methods and models. *European Journal of Operational Research*, 153:3-27.
- Gerşil, M. & Palamutçuoğlu, T. (2013). Ders çizelgeleme probleminin melez genetik algoritmalar ile performans analizi. *Niğde Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(1):242-262.
- Günther, M. & Nissen, V. (2010). Sub-daily staff scheduling for a logistics service provider. *Künstl Intell.*, 24:105-113.
- Kağnıcıoğlu, C.H. & Yıldız, A. (2006). 0-1 tamsayılı bulanık hedef programlama yaklaşımı ile sınav görevi atama probleminin çözümü. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(2):431-429.
- Karaatlı, M. & Güngör, İ. (2010). Hemşire çizelgeleme sorununa bir çözüm önerisi ve bir uygulama. *Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 2(1):22-52.
- Khan, M. R. & Lewis, D. A. (1987). A network model for nursing staff scheduling. *Zeitschrift für Operations Research*, 31:B161-B171.
- Köçken, H.G., Özdemir, R. & Ahlatcıoğlu, M. (2014). Üniversite ders zaman çizelgeleme problemi için ikili tamsayılı bir model ve bir uygulama. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 43(1):28-54.
- Min, H. (1987). A disaggregate zero-one goal programming model for the flexible staff scheduling problem. *Socio-Economic Planning Sciences*, 21(4):271-282.

- Öztürkoğlu, Y. & Çalışkan, F. (2014). Hemşire çizelgelemede esnek vardiya planlaması ve hastane uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16(1):115-133.
- Sadjadi, S.J., Soltani, R., Izadkhah, M., Seberian, F. & Darayi, M. (2011). A new nonlinear stochastic staff scheduling model. *Scientia Iranica. Transactions E: Industrial Engineering*, 18(3):699-710.
- Sarin, S. C. & Aggrawal, S. (2001). Modeling and algorithmic development of a staff scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 128:558-569.
- Sungur, B. (2008). Bir güzellik salonunun tur çizelgeleme problemi için karma tamsayılı hedef programlama modelinin geliştirilmesi. *İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 37(1):49-64.
- Ulucan, A. & Eryiğit. M. (2004). Hava taşımacılığı planlamasında yöneylem araştırması modellerinin kullanımı. *Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 59(4):227-248.
- Yaldır, A. & Baysal, C. (2012). Evrimsel hesaplama tekniği kullanarak sınav takvimi otomasyon sistemi geliştirilmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(2):105-122.

#### **EK: Matematiksel Model**

Çalışmada Excel ile çözümü gerçekleştirilen sınavlara gözetmen atama probleminin matematiksel formu aşağıdaki gibidir.

#### **Parametreler**

$i$ : Çizelgelenecek sınav saat indeksi ( $i = 1, \dots, k$ )

$j$ : Araştırma görevlisi indeksi ( $j = 1, \dots, n$ )

$p_i$ :  $i$  saatinde gerekli gözetmen sayısı

$UB = \text{yukarı yuvarla} \left( \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{n} \right)$ , bir araştırma görevlisine atanabilecek sınav sayısının üst

sınırı

$LB = \text{aşağı yuvarla} \left( \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{n} \right)$ , bir araştırma görevlisine atanabilecek sınav sayısının alt sınırı

#### **Karar Değişkenleri:**

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & j \text{ araştırma görevlisi } i \text{ sınavına atanmışsa} \\ 0, & j \text{ araştırma görevlisi } i \text{ sınavına atanmamışsa} \end{cases}$$

#### **Amaç Fonksiyonu:**

$$\min \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^n X_{ij}$$

#### **Kısıtlar:**

Her bir sınav için gerekli gözetmen ihtiyacı

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = p_i, \quad i = 1, \dots, k$$

Her bir araştırma görevlisinin görev sayısı

$$LB \leq \sum_{i=1}^k X_{ij} \leq UB, \quad j = 1, \dots, n$$

Araştırma görevlilerinin mevcut bulunmadığı zamanların kısıtı

A Araştırma görevlisi için

$$X_{i1} = 0, \quad i = 1, \dots, 8$$

B Araştırma görevlisi için  
$$X_{i2} = 0, \quad i = 17, \dots, 24$$

C Araştırma görevlisi için  
$$X_{i3} = 0, \quad i = 5, \dots, 11$$

D Araştırma görevlisi için  
$$X_{i4} = 0, \quad i = 15, \dots, 20$$

E Araştırma görevlisi için  
$$X_{i5} = 0, \quad i = 25, \dots, 30$$