Gazi University Journal of Science
GU J Sci Part C
3(3):513-523 (2015)

Üniversite Ders Çizelgeleme Probleminin Bulanik Ahp Ve Çok Amaçli Karişik Tam Sayili Matematiksel Modelle Çözümü

Ukbe Üsame UÇAR[1,♠], Selçuk Kürşat İŞLEYEN[1], Yunus DEMİR[2]

[1]Gazi Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Ankara
[2]Atatürk Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Endüstri Mühendisliği, Erzurum

Başvuru: 01.06.2015 Düzeltme: 02.08.2015 Kabul: 07.08.2015

ÖZET

Üniversite ders çizelgeleme problemi, üniversitelerin her eğitim dönemi başında karşılaştığı NP-Tam bir problemdir. Problemde karşılanması gereken birçok kısıt, ulaşılmak istenen birçok amaç vardır. Bu çalışmada üniversite ders çizelgeleme problemi için literatürde var olan bir model, uygulama yapılan eğitim kurumunun kısıtları dikkatle alınarak yeniden düzenlenmiş ve karışık tam sayılı matematiksel model haline getirilmiştir. Modeldeki amaç fonksiyon katsayılarının belirlenmesinde Bulanık AHP yönteminden yararlanılmıştır. Model, Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü üzerinde test edilmiş ve sonuç olarak derslerin istenen amaçlar doğrultusunda atandığı optimal bir ders çizelgesi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Üniversite Ders Çizelgeleme Problemi, Matematiksel Modelleme, Çok Ölçütlü Karar Verme, Bulanık AHP.

ABSTRACT

University course timetabling problem, which occurs every education period, is a NP-Complete problem. There are several constraints that must be satisfied and purposes that are wanted to be reached. In this paper, a model in literature for university course timetabling is readjusted and it has been turned into multi-objective mixed integer mathematical model. Fuzzy AHP method is utilized to determine the objective function coefficient in the model. The efficiency of the model is tested on the Department of Industrial Engineering at Gazi University. As a result, an optimal schedule that courses are assigned according to desired objective is obtained.

Keywords: University Course Timetabling Problem, Mathematical Modeling, Multi Criteria Decision Making, Fuzzy AHP.

♠Corresponding author, e-mail: ukbeusameucar@gmail.com

1. GİRİŞ

Çizelgeleme problemleri genel olarak mevcut kaynakların belirli zaman dilimlerine en uygun şekilde atanmaya çalışıldığı NP-Tam ya da kombinatoryal problemlerdir. Ulaşımdan, sağlığa, eğitimden, hizmete kadar birçok sektörde çizelgeleme problemleri ile karşılaşılmaktadır.

Eğitimde çizelgeleme problemi sınav çizelgeleme, ders çizelgeleme, personel çizelgeleme gibi çeşitli şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Her bir eğitim kurumu farklı fiziki koşullara ve idari kurallara sahiptir. Bu nedenle eğitim kurumlarında çizelgeleme problemi kurumdan kuruma değişiklik gösterebilmektedir. Bu da standart bir çizelgeleme modelinin oluşmasına engel olmaktadır.

Üniversite ders çizelgeleme problemi, ilgili üniversiteye ait derslerin, derslik kapasiteleri, öğretim elemanlarının müsait olma durumu, eğitim kurumlarının idari kuralları gibi kısıtlar altında uygun gün ve saatlere atanması problemidir. Bu kısıtlar her bir eğitim kurumu için ortak olan kısıtlar olabileceği gibi ilgili kuruma ait spesifik kısıtlarda olabilir. Ders çizelgeleme probleminde kullanılan kısıtlar sıkı ve esnek kısıtlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıkı kısıtlar karşılanması zorunlu olan kısıtlardır. Esnek kısıtlar ise karşılanması zorunlu olmayan fakat karşılanmaması durumunda çözüm kalitesini olumsuz yönde etkileyen kısıtlardır.

Ders programı hazırlanırken birçok amaç dikkate alınmaktadır. Öğlen arasına ders atanmaması, öğretim elemanlarının tercihlerinin maksimize edilmesi, şubelere ait derslerin aynı dersliklerde yapılması gibi amaçlar bunlardan bazılarıdır. Her bir eğitim kurumunda bu amaçlar farklılık göstermekte ve farklı önem derecelerine sahip olmaktadır. Kimi eğitim kurumunda öğlen arasına ders atanmama durumu çok büyük öneme sahipken, kimi eğitim kurumunda da bu amaç daha az öneme sahip olabilmektedir. Hazırlanan programın istenen amaçları yansıtması için başlangıçta bu amaçların doğru bir şekilde ağırlıklandırılması gerekmektedir. Amaçların doğru bir şekilde ağırlıklandırılması ise objektif bir değerlendirme ile mümkündür. Bu çalışmada objektif bir değerlendirme yapabilmek için Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden, Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır.

Ders programı çizelgeleme probleminde, matematiksel modelleme, kısıt programlama, sezgisel yöntemler, kümeleme metotları, metasezgisel yöntemler, Graf teorisi, bulanık mantık gibi birçok yöntem kullanılmaktadır. Köçken vd.[1], üniversitelerdeki ders programı çizelgeleme problemi için ikili tamsayılı bir model geliştirmişlerdir. Modelde birçok eğitim kurumunda kullanılabilecek sıkı ve esnek kısıtlar belirlemişler ve amaç fonksiyonunu öğretim kalitesi daha iyi olacak şekilde maksimize etmeye çalışılmışlardır. Daskalaki vd.[2], üniversite ders çizelgeleme problemi için yeni bir 0-1 tamsayılı matematiksel model geliştirmişlerdir. Modelde derslerin atamaları ile ilgili maliyet fonksiyonu belirlemişler ve bunu minimize etmeye çalışmışlardır. Rudová vd.[3], büyük bir üniversite için karmaşık ders çizelgeleme problemini çözmüşlerdir. Problemin çözümünde, istatistiksel çakışmalara dayalı jenerik iteratif ileri arama algoritması ve dal sınır algoritması olmak üzere iki tip algoritma kullanmışlardır. Shue vd.[4], üniversite ders çizelgeleme problemi için hem sıkı hem esnek kısıtları dikkate alan bir karar destek sistemi geliştirmişlerdir. Modeli, Kısıt Tatmin Problemi olarak düşünmüşler ve çözüm için Lexicographic Optimizasyon yöntemini kullanmışlardır.

Mahiba ve Durai[5], üniversite ders çizelgeleme problemi için hibrit bir genetik algoritma geliştirmişlerdir. Bu algoritma, yerel arama, rehberli arama ve tabu aramadan oluşan bir yöntemdir. Yerel aramayı çözümlerin artırılmasında, rehberli aramayı Olay Veri Yapısı yoluyla çözümlerin daraltılmasında ve tabu aramayı kullanılan çözümlerin kaldırılmasında kullanmışlardır. Gunawan vd.[6], üniversite ders çizelgeleme probleminin çözümünde Langrangian gevşetilmesine dayalı bir matematiksel model önermişler ve bu modelin çözümünden elde edilen sonuçları tavlama benzetimi yoluyla geliştirmeye çalışmışlardır. Schimmelpfeng ve Helber[7], tamsayılı bir program geliştirilmişler ve bu modeli Almanya Hannover Üniversitesi Ekonomi ve Yönetim Okulu üzerinde uygulamış ve optimal sonuç elde ettiklerini ifade etmişlerdir. Ismayilova vd.[8], hem öğretmenlerin hem yöneticilerin tercihlerini dikkate alan çok amaçlı 0-1 doğrusal programlama modeli geliştirmişlerdir. Modeldeki amaç fonksiyonlarının ağırlıklarının belirlenmesinde AHP ve ANP yöntemlerini kullanmışlardır. Kohshori vd.[9], üniversite ders çizelgeleme probleminin çözümü için yerel arama ile birleştirilmiş bulanık bir genetik algoritma metodu sunmuşlardır. Yerel aramayı, önerilen genetik algoritmanın daha etkili aramalar yapmasını sağlamak için kullanmışlardır. Bulanık mantığı ise uygunluk fonksiyonundaki esnek kısıtların ihlallerinin ölçülmesinde kullanmışlardır.

Golabpour vd.[10], zaman çizelgeleme probleminin çözümü için memetik algoritmaya dayalı bulanık bir çözüm önermiştir. Rachmawati ve Srinivasan[11], çok amaçlı kaynak atama problemi için hibrit bir bulanık evrimsel algoritma sunmuşlardır. Karar vericinin amaçlar arasında tercih yapması için bulanık sistem yaklaşımını kullanmışlar ve bu sayede algoritmanın amaç uzayı içerisinde ilgili bölgelerde arama yapmasını sağlamaya çalışmışlardır. Chaudhuri ve De[12], üniversite ders çizelgeleme probleminin çözümü için bulanık genetik sezgisel algoritma yöntemini önermişlerdir. Bulanık mantığı, uygunluk fonksiyonundaki esnek kısıt ihlallerinin ölçülmesinde kullanmışlardır. Asmuni vd.[13], ders çizelgeleme problemindeki olayları, bulanık mantık kullanılmış üç ayrı sezgiselle, belirli amaçlar doğrultusunda sıralamışlardır. Bir olayın çizelgelenme zorluğuna ilişkin ağırlığın belirlenmesinde bulanık mantığı kullanmışlardır. Olayları ceza maliyetlerine göre azalan sırada sıralamışlar ve çözümün uygunluğunu bozmayan en düşük ceza maliyetine sahip olan olayı en son boşluğa atamışlardır.

Bu çalışmada üniversite ders çizelgeleme problemi için Köçken vd.[1],geliştirmiş oldukları matematiksel modelde uygulama yapılan eğitim kurumunun özellikleri dikkate alınarak bazı değişiklikler yapılmış ve model yeniden düzenlenmiştir. Model için beş farklı amaç tanımlanmış ve bunların toplamı minimize edilmeye çalışılmıştır. Modeldeki her bir amacın önem derecesinin belirlenmesinde Bulanık AHP yönteminden yararlanılmıştır. 2. bölümde geliştirilen yöntem tanımlanmış, 3. bölümde uygulama yapılan yere ait genel özellikler verilmiştir. 4. bölümde yapılan uygulama çalışması anlatılmış, 5. bölümde ise modelin çözümüne ilişkin bilgiler verilmiştir. 6. bölümde ise genel bir değerlendirme yapılmıştır.

2. GAZİ ÜNİVERSİTESİ MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜNDE ÇİZELGELEME

Bu çalışma kapsamında önerilen yöntem Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümü üzerinde test edilmiştir. Fakültede içerisinde altı adet mühendislik bölümü bulunmaktadır. Her mühendislik bölümü ders programını ayrı ayrı hazırlamakta ve dersler her bir mühendislik bölümü için ayrılmış dersliklerde yapılmaktadır. Bir bölüm başka bir bölümün dersliğini kullanamamaktadır.

Endüstri Mühendisliği bölümünde eğitim gece öğretim ve gündüz öğretim olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Gece ve gündüz öğretimleri de kendi içlerinde ikişer şubeye ayrılmaktadır. Yani bir dönem içerisinde bir sınıfa ilişkin dört şube bulunmaktadır. Toplamda ise birinci, ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıflar olmak üzere 16 şubeye eğitim verilmektedir.

İlgili bölümde dersler Pazartesi, Salı, Çarşamba, Perşembe ve Cuma olmak üzere beş günde yapılmaktadır. Dersler sabah 08:30' da başlayıp akşam 19:20'de bitmekte ve bir ders saati 50 dakika olmaktadır. Her bir dersten sonra 10 dakika mola verilmektedir. Gece ve gündüz eğitimi farklı saat dilimlerine ayrılmamakta, tüm şubeler için dersler bu saatler içerisinde yapılmaktadır.

Derslerin yapılabileceği biri bilgisayar laboratuvarı olmak üzere 8 adet derslik bulunmaktadır. Bu derslikler farklı kapasitelere sahip olabilmektedir. Bilgisayar uygulaması gerektirmeyen derslerin bilgisayar laboratuvarına atanması istenmemektedir. Bölümde 44farklı ders (şube bazında ayrıldığında toplamda 92 adet ders), 40 farklı öğretim elemanı tarafından verilmektedir. Bu öğretim elemanlarından bazıları yarı zamanlı olmaktadır.

3. YÖNTEM

Ders programı hazırlanırken temel amaç, sınıfların, öğretim elemanlarının derslerinin çakışmadığı, aynı gün ve saatte aynı dersliğe birden fazla dersin atanmadığı uygun çizelgeler oluşturmaktadır. Çizelgeler hazırlanırken tatmin edilmesi istenen birden çok amaç vardır. Öğretim elemanı tercihleri, idarenin istekleri, öğlen vaktine ders atanmaması bu amaçlardan bazılarıdır. Bu amaçların da birbirine göre öncelikleri bulunmaktadır. Kimi amaç diğerlerinden daha fazla önemliyken kimi amaç diğerlerinden daha az öneme sahip olmaktadır.

Bu çalışmada ders çizelgeleme problemi matematiksel modelle çözülmeye çalışılmıştır. Modelde önemleri birbirinden farklı beş tane amaç belirlenmiştir. Modelin önemleri doğru bir şekilde yansıtması için amaç fonksiyondaki katsayıların belirlenmesinde Bulanık AHP yönteminden yararlanılmıştır. Bulanık AHP kullanılmasının nedeni karar vericilerin kararlarındaki belirsizlikleri daha iyi ifade etmek ve modele yansıtmaktır.

3.1. Matematiksel Model

Bu çalışma için Köçken vd.[1] geliştirmiş oldukları matematiksel modele, uygulama yapılan eğitim kurumunun özellikleri de dikkate alınarak bazı kısıt ve değişkenler eklenmiştir. Yapılan eklemelerle model karışık tam sayılı matematiksel model haline gelmiştir. Geliştirilen modele ilişkin özellikler aşağıda verilmiştir.

3.1.1. İndisler, Kümeler, Parametreler ve Değişkenler

i = gün indisi $i \epsilon I = \{1,2,...,i_{son}\}$

j = zaman aralığı indisi $j \epsilon J = \{1,2,...,j_{son}\}$

m, q = ders $m,q \epsilon M = \{1,2,...,m_{son}\}$

v,k =seçmeli ders alan sınıf indisi $v,k \epsilon V = \{2,...,vs_{on}\}$

n,w= derslik indisi $w \epsilon N = \{1,2,...,n_{son}\}$

l= öğretim elemanı indisi $l \epsilon L = \{1,2,...l_{son}\}$

r = sınıf indisi $r \epsilon R = \{1,2,,...,r_{son}\}$

t= öğretim zamanı indisi (gece ve gündüz öğretim) $t \epsilon T = \{1,2,...,t_{son}\}$

b=şube indisi $b \epsilon B = \{1,2,...,b_{son}\}$

p = r. sınıf ile r+1.sınıf için, t öğretim zamanı, b şubesine ait sıra $p \epsilon P = \{1,2,..,p_{son}\}$

"i", ders yapılacak günlerin indisidir. Gazi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde dersler hafta içi günlerde yapılmaktadır. Bu nedenle $i \epsilon \{1,2,..,5\}$' dir. "j", indisi herhangi bir günde yapılacak ders saati indisidir. İlgili bölümde lisans dersleri sekiz otuz(08:30) ile ondokuz yirmi(19:20) arasında yapılmakta ve $j \epsilon \{1,2..,11\}$ aralığında olmaktadır. "j=1", 08:30-09:20 arasına, "j=11" ise 18:30-19:20 arasına denk gelmektedir. $m \epsilon \{1,2,..,92\}$, ilgili bölümde verilen lisans derslerinin tamamını kapsamaktadır. $n \epsilon \{1,2,..,8\}$, ilgili bölümde derslerin verileceği dersliklerin sayısıdır. "n=1", ilgili bölümde D403'e karşılık gelirken, n=8 ise D414'e karşılık gelmektedir. Öğretim zamanı indisi $t \epsilon \{1,2\}$, normal öğretim ve ikinci öğretimi belirtmektedir. Problemde dördüncü sınıftaki her bir şubeye iki adet seçmeli dersin ayrıldığı varsayılmış ve bunun haricinde dördüncü sınıftaki tüm şubelerin alabileceği iki adet seçmeli dersin olduğu belirtilmiştir. Böylelikle dördüncü sınıftaki her bir şubenin zorunlu dersleri ile çakışmayan iki adet seçmeli dersinin olması garantilenmiştir.

Modelde kullanılan indis kümeleri aşağıdaki gibidir.

$$M_l = \{m \in M | l \text{ öğretim elemanı tarafından verilen } m \text{ dersleri}\}$$

$$M_{r,t,b} = \{m \in M | r \text{ sınıfı } t \text{ öğretim zamanı } b \text{ şubesinin alacağı zorunlu } m \text{ dersleri}\}$$

$$G = \{\text{iki otrumda işlenecek } m \text{ dersleri}\}$$

$$Z = \{\text{üç saatlik krediye sahip } m \text{ dersleri}\}$$

$$lab = \{\text{bilgisayar laboratuvarında yapılması gereken } m \text{ dersleri}\}$$

$$atama = \{\text{bilgisayar laboratuvarında yapılmaması gerekemeyen } m \text{ dersleri}\}$$

$$M_k = \{m \in M | k \text{ sınıfındaki şubelerin tamamının aldığı tüm zorunlu } m \text{ dersleri}\}$$

$M_v = \{m \in M | v\ sınıfındaki\ şubelerin\ tamamının\ aldığı\ tüm\ seçmeli\ m\ dersleri\}$

Modelde derslere ait krediler, bir dersi alan öğrenci sayısı ve derslik kapasiteleri olmak üzere üç adet parametre tanımlanmıştır. Bu parametreler aşağıdaki gibidir.

$c_m = m\ dersine\ ait\ haftalık\ toplam\ ders\ saati$
$v_m = m\ dersini\ alan\ öğrenci\ sayısı$
$d_n = n\ dersine\ ait\ toplam\ derslik\ kapasitesi$

Modelde dört adet değişken tanımlanmıştır. Bu değişkenlerden x ve y, 0-1 tamsayılı yapıya sahiptir. "bosluk" ve "altüst" değişkeleri ise pozitif tamsayılı değişkenlerdir. "x" değişkeni Köçken vd.[1], geliştirmiş oldukları modelde kullanılan değişkenle aynıdır. "y", "boşluk" ve "altüst" değişkenleri Köçken vd.[1], geliştirmiş oldukları modele eklenen yeni değişkenlerdir. Bir şubeye aynı gün içerisinde birden fazla ders atanabilmektedir. "bosluk" değişkeni ilgili bölümde aynı gün içerisinde yapılan zorunlu bir dersin yapıldığı saatten sonraki saate atanan zorunlu dersi ifade etmektedir. Bu değişkenin aldığı değerler toplamı amaç fonksiyonunda minimize edilmeye çalışılmıştır. Altüst değişkeni ise, bir sınıfa ait bir şube ile bir üst sınıfa ait aynı şubenin, aynı gün ve saate atanan zorunlu derslerinin miktarını vermektedir. Birinci sınıf normal öğretim birinci şube ile ikinci sınıf normal öğretim birinci şubenin aynı gün ve saate atanan dersleri bu duruma örnek olarak verilebilir.

$$x_{i,j,m,n} = \begin{cases} 1, "i"\ günü\ "j"\ saatinde\ "m"\ dersi\ "n"\ dersliğinde\ yapılıyorsa \\ 0, \quad diğerdurumda \end{cases}$$
$$y_{i,m,n} = \begin{cases} 1, \quad "i"\ gününde\ "m"\ dersi\ "n"\ dersliğinde\ yapılıyorsa \\ 0,\ diğer\ durumda \end{cases}$$
$$bosluk_{i,j,m,n} = \text{i}\ günü\ j\ saati\ m\ dersi\ n\ dersliğine\ atanan\ dersden\ sonraki\ saate\ atanan\ ders\ sayısı$$
$$altüst_{p,i,j} = "p."\ sıradaki\ sınıflar\ için\ "i."gün\ "j."\ saate\ atanan\ zorunlu\ derslerin\ miktarı$$

3.1.2. Kısıtlar

Ders çizelgeleme probleminde ilgili eğitim kurumunun fiziki yeterlilikleri(derslik sayısı, öğretim elemanı sayısı gibi) ve idari koşullarına(bir şubeye bir günde en fazla 5 saat ders verilmesi gibi) göre birçok kısıt bulunmaktadır. Bu kısıtlar sıkı esnek ve kısıtlar olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Sıkı kısıtlar ihlal edilemeyen, ihlal edilmesi durumunda çözümün uygunluğunu bozan kısıtlardır. Bir şubeye aynı anda iki ders verilememesi, bir derslikte aynı anda iki ders yapılamaması bu kısıtlardan bazılarıdır. Esnek kısıtlar ise ihlal edilmesi istenmeyen kısıtlardır. Bu kısıtların ihlal edilmesi çözümün uygunluğunu bozmamaktadır. Öğretim elemanlarının istedikleri gün ve saatlerde ders verebilmesi, öğrencilerin istedikleri seçmeli dersleri alabilmesi, sayısal derslerin sabah, sözel derslerin öğleden sonra yapılması gibi kısıtlar bu kısıtlardan bazılarıdır. Bu çalışmadaki kısıtların belirlenmesinde Köçken vd. [1], yapmış oldukları matematiksel modelden yararlanılmıştır. 1,2,3,5,6,7,8, 9 ve 19 numaralı kısıtlar, Köçken vd. [1], çalışmalarında kullandıkları kısıtlardır. Bu kısıtlara ek olarak modele 4, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 ve 22 numaralı kısıtlar eklenmiştir. Modelde kullanılan kısıtlar ve özellikleri aşağıdaki gibidir.

$$\sum_{m \in M_l} \sum_{n \in N} x_{i,j,m,n} \leq 1 \qquad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall l \in L \tag{1}$$
$$\sum_{m \in M} x_{i,j,m,n} \leq 1 \qquad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall n \in N \tag{2}$$
$$\sum_{m \in M_{r,t,b}} \sum_{n \in N} x_{i,j,m,n} \leq 1 \qquad \forall i \in I, \forall j \in J, \forall r \in R, \forall t \in T, \forall b \in B \tag{3}$$
$$\sum_{m} \sum_{n \in N} y_{i,m,n} \leq 1 \qquad \forall i \in I, \forall m \in G \tag{4}$$
$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \sum_{n \in N} x_{i,j,m,n} = c_m, \quad \forall m \in M \tag{5}$$
$$-x_{i,j,m,n} + x_{i,(j+1),m,n} - x_{i,(j+2),m,n} \leq 0 \quad , \forall i \in I, j \in \{1,..,11\}, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{6}$$
$$x_{i,(j),m,n} = 0 \ \ ve x_{i,(j),m,n} = 0 \qquad , \forall i,j \in \{12,13\}, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{7}$$
$$-x_{i,j,m,n} + x_{i,(j+1),m,n} - x_{i,(j+3),m,n} \leq 0 \quad , \forall i \in I, j \in \{1,..,11\}, \forall m \in Z, \forall n \in N \tag{8}$$
$$x_{i,j,m,n} = 0 \quad , \forall i \in I, j = 14, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{9}$$
$$\sum_{j \in J} x_{i,j,m,n} = y_{i,m,n} * c_m \quad , \forall i \in I, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{10}$$
$$\sum_{i \in I} \sum_{n \in N} y_{i,m,n} = 1, \quad \forall m \in M \tag{11}$$
$$x_{i,j,m,n} * v_m \leq d_n \quad , \forall i \in I, \forall j, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{12}$$
$$\Big(\sum_{\substack{q \neq m \\ q \in M_{r,t,b}}} \sum_{w \in N} x_{i,j+1,q,w}\Big) + x_{i,j,m \in M_{r,t,b},n} \leq 1 + bosluk_{i,j,m,n}, \ \forall i \in I, j \in \{1,..,13\} \quad \forall r \in R, \forall t \in T, \forall b \in B, \forall n \in N \tag{13}$$
$$bosluk_{i,(j+1),m,n} = 0, bosluk_{i,(j+2),m,n} = 0, bosluk_{i,(j+3),m,n} = 0 \ \ , \forall i \in I, j = 11, \forall m \in M, \forall n \in N \tag{14}$$
$$\sum_{m \in M_{r,t,b}} \sum_{n \in N} x_{i,j,m,n} + \sum_{m \in M_{r+1,t,b}} \sum_{n \in N} x_{i,j,m,n} \leq 1 + altüst_{p,i,j} \quad , \forall i \in I, \forall j \in J, \quad \forall p \in P, r \in \{1,2,3\}, \forall t \in T, \forall b \in B \tag{15}$$
$$\sum_{i \in I} y_{i,m,n} = 1, \quad \forall m \in lab, n = 1 \tag{16}$$
$$\sum_{i \in I} y_{i,m,n} = 0, \quad \forall m \in atama, n = 1 \tag{17}$$

$$\sum_{n\in N}\left(x_{i,j,m\in M_k,n} + x_{i,j,m\in M_v,n}\right) \le 1,\ \forall i \in I, \forall j \in J, \forall k \in V, \forall v \in V, \forall k \in M_k, \forall v \in M_v \quad (18)$$

$$x_{i,j,m,n} \in \{0,1\}, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall m \in M, \forall n \in N \quad (19)$$

$$y_{i,m,n} \in \{0,1\}, \forall i \in I, \forall m \in M, \forall n \in N \quad (20)$$

$$altüst_{p,i,j} \ge 0, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall p \in P \quad (21)$$

$$bosluk_{i,j,m,n} \ge 0, \forall i \in I, \forall j \in J, \forall m \in M, \forall n \in N \quad (22)$$

Kısıt kümesi(1), bir öğretim elemanının aynı gün ve saatte tek bir yerde ders vermesini sağlayan kısıttır. Kısıt kümesi(2), aynı gün ve saatte bir dersliğe en fazla bir ders atanabileceğini ifade eden kısıttır. Kısıt kümesi(3), herhangi bir sınıfın bir şubesinde aynı zaman periyodunda en fazla bir dersin çizelgelenebileceğini belirtmektedir. Bazı dersler dört saatlik krediye sahip olmaktadır. Dört saatlik dersler 2+2 şeklinde ayrılmaktadır. Ayrılan derslerin farklı günlere atanması gerekmektedir. Kısıt kümesi(4) ile iki oturuma sahip olan derslerin farklı günlere atanması sağlanmaktadır. Kısıt kümesi(5), bir dersin tüm kredilerinin ilgili hafta içerisinde yapılmasını sağlamaktadır. Kısıt kümesi(6) ile bir derse ait iki kredinin aynı gün içerisinde ardışık saatlere atanması sağlanmaktadır. Ardışıklık kısıdını sağlamak için bazı saatler, j tanım kümesinin dışında tanımlanmıştır. Bu saatler yapay saatlerdir. Kısıt kümesi(7) ile tanım kümesinin dışında kalan bu saat değerlerine sıfır değeri atanmıştır. Kısıt kümesi(8), üç krediye sahip olan derslerin aynı gün içerisinde ardışık ders saatlerine atanmasını sağlamaktadır. Kısıt kümesi(8)' da bazı saatler j tanım kümesinin dışında kalmaktadır. Kısıt kümesi(9) ile bu tanım kümesinin dışındaki değerlere sıfır atanmıştır. Kısıt kümesi(10), bir ders oturumuna ait kredilerin aynı güne atanmasını sağlamaktadır. Kısıt kümesi(11) ile bir ders, mutlaka bir gün ve saate atanmaktadır. Dersleri alan öğrenci sayıları ve derslik kapasiteleri farklı olabilmektedir. Kısıt kümesi(12), derslerin uygun dersliğe atanmasını sağlayan kısıttır. Kısıt kümesi(13), ilgili şubenin aynı gün içerisinde aldığı zorunlu dersler arasında bir saat boşluk bırakılmasını sağlayan esnek bir kısıttır. Bu kısıt sayesinde ilgili şubeye aynı gün içerisinde birden fazla zorunlu ders atanmışsa, bu derslerin yapılacağı zamanlar arasında bir saat boşluk bırakılması sağlanmaya çalışılmıştır. Böylelikle ilgili şubedeki öğrencilerin aynı gün içerisindeki bir sonraki zorunlu derse daha dinç girmesi sağlanmış ve böylelikle derslerin daha verimli geçmesi amaçlanmıştır. Bu şart her zaman sağlanamayacağı için kısıt "$bosluk_{i,j,m,n}$" değişkeni eklenerek gevşetilmiştir. Amaç fonksiyonunda "$bosluk_{i,j,m,n}$" değerleri toplamı minimize edilmeye çalışılmıştır. Kısıt kümesi(14) ile tanım kümesi dışına çıkan j zamanlarına sıfır değeri atanmıştır. Kısıt kümesi(15) ile bir sınıfın bir öğretim zamanındaki bir şubesi ile bir üst sınıfın aynı öğretim zamanı içerisindeki şubesinin zorunlu derslerinin olabildiğince aynı saatlere atanmasını engellenmeye çalışılmıştır. Bu kısıttan elde edilen değerler toplamı amaç fonksiyonunda minimize edilmeye çalışılmıştır. Bilgisayar uygulaması gerektiren derslerin bilgisayar laboratuvarında yapılması gerekmektedir. Modelde bilgisayar laboratuvarı,1 numaralı dersliğe karşılık gelmektedir. Kısıt kümesi(16) ile bilgisayar programlama derslerinin derslik bire atanması sağlanmıştır. İlgili eğitim kurumunda bilgisayar programlama dersi dışındaki derslerin, laboratuvar dersliğine atanması istenmemektedir. Kısıt kümesi(17), laboratuvar kullanımını gerektirmeyen derslerin laboratuar dersliklerine atanmasını engelleyen kısıttır. Kısıt kümesi(18), ikinci, üçüncü ve dördüncü sınıftaki tüm şubelerin alması gereken zorunlu dersler ile alabilecekleri tüm seçmeli derslerin aynı zaman periyotlarına atanmasını engelleyen kısıttır. Kısıt kümesi(19-20), ilgili değişkenlerin 0-1 değerlerini alabileceğini belirtmektedir. Kısıt kümesi(21-22) ise ilgili değişkenlerin sıfıra eşit veya sıfırdan büyük pozitif tamsayılı değerler alabileceğini belirtmektedir.

3.1.3. Amaç Fonksiyonu

$$\min k = a1 * \left(\sum_{i\in I}\sum_{j=5}\sum_{m\in M}\sum_{n\in N} x_{i,j,m,n}\right) + a2 * \left(\sum_{i\in I}\sum_{j\in J}\sum_{m\in M_{r,t,b}}\sum_{n\in N} bosluk_{i,j,m,n}\right) + a3 * \left(\sum_{p\in P}\sum_{i\in I}\sum_{j\in J} altüst_{p,i,j}\right) + a4 * \left(\sum_{i\in I}\sum_{j=1}\sum_{m\in M}\sum_{n\in N} x_{i,j,m,n}\right) + a5 * \left(\sum_{i\in I}\sum_{j=11}\sum_{m\in M}\sum_{n\in N} x_{i,j,m,n}\right) \quad (23)$$

Modelimizde amaç fonksiyonu minimizasyon şeklinde çalışmaktadır. Amaç fonksiyonunda beş farklı amaç tanımlanmıştır. Her bir amaç, önem derecelerine göre bir ceza katsayısı ile çarpılmıştır. Bu katsayılar hem tatmin düzeyinin artmasını hem de amaç fonksiyonundaki farklı amaçların dengelenmesini sağlamaktadır.

Amaç fonksiyonunda ilk olarak öğlen saatine yapılan atamalar cezalandırılmaya çalışılmıştır. Bu sayede öğrenci ve öğretim elemanları için olabildiğince öğlen saati boş bırakılarak dinlenmelerine imkan sağlanmıştır. Bu amaca ait katsayı modelde a1 olarak ifade edilmiştir.

İkinci olarak ilgili şubenin gün içerisindeki derslerden bunalmasını engellemek ve zihinsel yorgunluğu azaltmak için o gün içerisindeki zorunlu dersler arasında bir saat boşluk bırakılmaya çalışılmıştır. Amaç fonksiyonunda bu değişkenin değeri minimize edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede öğrencilerin bir sonraki derse daha dinç girmesi amaçlanmıştır. İkinci amaca ait katsayı a2 olarak gösterilmiştir.

Üçüncü olarak zorunlu derslerle ilgili çakışmalar mümkün mertebe engellenmeye çalışılmıştır. Çakışma ile kastedilen her bir sınıfın ilgili öğretim dönemi ve şubesi ile bir üst sınıfın aynı öğretim dönemi ve şubesinin aynı zaman periyotlarına atanmasının engellenmesidir. Bu durum öğrencilerin alttan zorunlu dersleri almalarına imkân sağlamakta ve öğrencilerin belirlenmiş sürede mezun olmasına yardımcı olmaktadır. Modelde bu amaca ait katsayı a3 ile belirtilmiştir.

Kışın hava koşulları, trafik gibi nedenlerle öğrenciler ve öğretim elemanları sabahın ilk saatindeki derslere gecikebilmektedirler. Dördüncü amaç olarak sabahın ilk saatine mümkün mertebe ders atanmaması istenmiştir. Bu amaca ait katsayı modelde a4 ile belirtilmiştir.

Son olarak derslerin akşamın son ders saatine atanmaması istenmiştir. Bu sayede hem öğrencilerin hem öğretim elemanlarının kendilerine daha fazla zaman ayırmaları amaçlanmıştır. Modelde bu amaca ait katsayı a5 ile ifade edilmiştir.

3.2. Bulanık AHP

AHP, 1977 yılında Thomas L. Saaty tarafından geliştirilmiş, nitel ve nicel faktörleri değerlendirilmesini sağlayan Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden biridir. [14] AHP yöntemi amaç, kriterler ve hedeflerden oluşan hiyerarşik bir yapıya sahiptir. Yöntemde karar vericilerin kararları doğrultusunda, amaç bazında kriterlerin ve kriterler bazında alternatiflerin değerlendirilmesi yapılarak en uygun alternatifin seçimi gerçekleştirilir.

AHP yöntemi kişisel değerlendirmelerdeki belirsizlikleri içermemektedir. Saaty, bu belirsizlikleri modele yansıtmak için bulanık mantık yaklaşımından yararlanılmış ve Bulanık AHP yöntemini geliştirmiştir. Bulanık AHP yaklaşımı ile hem kriter hem alternatiflere ait ikili karşılaştırma matrislerinde dilsel değişkenler kullanılabilmektedir. Bu dilsel değişkenler ise üçgensel sayılar yoluyla ifade edilmiştir. Bulanık AHP' de birçok yöntem kullanılmaktadır. Bu çalışmada modeldeki her bir amaç bir kriter olarak düşünülmüş ve kriter ağırlıklarının belirlenmesinde Buckley's yöntemi kullanılmıştır. Ayhan, bu yöntemde izlenen adımları aşağıdaki şekilde sıralamıştır[15].

Tablo 1'de dilsel ifadelerin üçgensel bulanık sayılardaki karşılıkları verilmiştir. Örneğin eğer birinci kriter ikinci kriterden daha zayıf öneme sahipse üçgensel bulanık ölçekte (2,3,4) değerini alır. Diğer yandan ikili karşılaştırma matrisinde kriter 2, kriter 1' e göre kıyaslandığında (1/4,1/3,1/2) değerini alacaktır.

Adım 1. Karar vericiler Tablo 1.' de gösterilen dilsel ifadeler yoluyla kriter ya da alternatifleri karşılaştırırlar.

Tablo 1: Dilsel İfadeler ve Üçgensel Bulanık Sayılarda Karşılıkları
(Linguistic Expression and Provisions in the Triangular Fuzzy Number)

Saaty Ölçeği	Tanım	Bulanık Üçgensel Ölçeği
1	Eşitönemli	(1,1,1)
3	Zayıfönemli	(2,3,4)
5	Oldukçaönemli	(4,5,6)
7	Çokönemli	(6,7,8)
9	Kesinönemli	(9,9,9)
2 **4** **6** **8**	İki ardışık ölçek arasındaki aralık değer	(1,2,3) (3,4,5) (5,6,7) (7,8,9)

İkili karşılaştırma matrisi denklem 1'de verilmiştir. Denklemde (d_ij^k)̃, k. karar vericiye göre, i. kriterin j. kriter üzerine tercihini üçgensel bulanık sayı yoluyla ifade etmektedir. Burada "~" üçgensel sayı olduğunu göstermektedir. Örneğin, (d_12^1)̃, birinci karar vericiye göre, birinci kriterin ikinci kritere göre tercihini ifade eder ve denkleme göre (d_12^1)̃ = (2,3,4) değerine karşılık gelmektedir.

$$\widetilde{A^k} = \begin{bmatrix} \widetilde{d_{11}^k} & \cdots & \widetilde{d_{1n}^k} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{d_{n1}^k} & \cdots & \widetilde{d_{nn}^k} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Adım 2. Eğer burada birden fazla karar verici var ise, her bir karar vericinin tercihlerinin (〖(d〗_ij^k)̃) ortalaması alınır ve ((d_ij)̃) denklem 2' deki gibi hesaplanır.

$$\widetilde{d_{ij}} = \frac{\sum_{k=1}^{K} \widetilde{d_{ij}^k}}{K} \quad (2)$$

Adım 3. Tercih ortalamalarına göre, ikili karşılaştırma matrisleri denklem 3' de gösterildiği şekilde güncellenmiştir.

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} \widetilde{d_{11}} & \cdots & \widetilde{d_{1n}} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \widetilde{d_{n1}} & \cdots & \widetilde{d_{nn}} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Adım 4. Her bir kriterin bulanık karşılaştırma değerleri geometrik ortalama yoluyla denklem 4' e göre hesaplanmıştır. Buradaki, (r_l)̃ değeri halen üçgensel bir sayıdır.

$$\widetilde{r_i} = \left(\prod_{j=1}^{n} \widetilde{d_{ij}}\right)^{1/n}, i = 1,2,\dots,n \quad (4)$$

Adım 5. Her kriterin ağırlığı denklem 5 yoluyla hesaplanmaktadır. Bu hesaplamalar 3 alt adımda özetlenmiştir.

Adım 5a: Her (r_l)̃ değerinin vektörel toplamı bulunur.
Adım 5b: Vektörel toplamların tersi alınır. Üçgensel bulanık sayılarla yer değiştirilir ve artan sırada sıralanır.

Adım 5c:İ. Kriterin bulanık ağırlığı ((w_l)̃) bulunur. Bu vektörlerin tersi ile her (r_l)̃ değeri çarpılır.

$$\widetilde{w_i} = \widetilde{r_i} \otimes (\widetilde{r_1} \oplus \widetilde{r_2} \oplus \dots \oplus \widetilde{r_n})^{-1}$$
$$= (lw_i, mw_i, uw_i) \quad (5)$$

Adım 6: (w_l)̃, halen üçgensel bulanık sayıdır. Bu sayıların denklem 6 yoluyla durulaştırılması gerekir.

$$M_i = \frac{lw_i + mw_i + uw_i}{3} \quad (6)$$

Adım 7: M_i artık bir bulanık sayı değildir. Ancak bununda normalleştirilmesi gerekmektedir. Normalleştirme işlemi denklem 7 yoluyla yapılmaktadır.

$$N_i = \frac{M_i}{\sum_{i=1}^{n} M_i} \quad (7)$$

Burada 7 adımda kriter ve alternatiflerin normalleştirilmiş ağırlıklarının nasıl bulunduğu gösterilmiştir. Her bir alternatifin ağırlığı ilişkili kriterle çarpıldıktan sonra, her alternatifin puanı hesaplanır. Bu sonuçlara göre, en yüksek puana sahip alternatif karar vericiye önerilir[15].

Oluşturulan Bulanık İKM' nin tutarlı olup olmadığının belirlenmesi gerekir. Matrisin tutarlığının belirlenmesinde klasik AHP yöntemi kullanılmıştır. Bu kapsamda ilk olarak Bulanık İKM durulaştırılır. Durulaştırılan matris normalize edilir ve yüzde önem ağırlıkları hesaplanır. Daha sonra en büyük özdeğer(λ_max) hesaplanır ve bu değer 9 numaralı denklemde kullanılarak tutarlılık göstergesinin değeri belirlenir. Tutarlılık göstergesi değeri, tesadüfilik göstergesi değerine bölünerek tutarlılık oranı hesaplanır. Bu değerin 0.1' den küçük olması matrisin tutarlı olduğunu gösterir.[16]

Üçgensel bulanık sayı M=(l,m,u) şekilden gösterilmektedir. Burada l alt sınırı, m orta değeri ve u ise üst sınır belirtmektedir. Bu değerler 8 numaralı denklem yoluyla durulaştırılmakta ve tek bir değer elde edilmektedir.[16]

$$M_d = \frac{l+4.m+u}{6} \qquad (8)$$

Bulanık AHP ile elde edilen sonuçların gerçekliği, karar vericilerin seçenekler veya kriterler arasında yapmış oldukları ikili karşılaştırmaların tutarlılığına bağlıdır. Bu kapsamda tutarlılık analizi yapılmakta ve tutarlılık oranı hesaplanmaktadır. Tutarlılık oranı ile karar vericilerin seçenekler arasında yapmış oldukları hatalı ve abartılı değerlendirmeler tespit edilmekte ve tespit edilen hatalar giderilerek gerçekçi sonuçların elde edilmesi amaçlanmaktadır. Tutarlılık oranı hesabı için yapılacak işlemler 9 ve 10 numaralı eşitliklerde verilmiştir.[17]

$$Tutarlılık göstergesi = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \qquad (9)$$

$$Tutarlılık\ oranı = \frac{Tutarlılık\ göstergesi}{Tesadüfilik\ göstergesi} \qquad (10)$$

Tablo 2. Tesadüflük Göstergesi[16](Randomness Index)

Matris boyutu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tesadüfilik göstergesi	0	0	0,52	0,89	1,11	1,25	1,35	1,40	1,45	1,49

3.2.1. Modeldeki Amaç Fonksiyon Katsayılarının Belirlenmesi (Determination of the Objective Function Coefficient in Models)

Önerilen modelde öğlen arasında ders atanmaması (amaç1), ilgili sınıfın aynı günlere atanan dersleri arasında boşluk bırakılmaması (amaç2) ve ilgili şubenin üst şubeleriyle derslerinin çakışmaması (amaç3), her bir günde sabahın ilk saatine (amaç4) ve akşamın son saatine mümkün mertebe ders atanmaması (amaç5) şeklinde beş farklı amaç fonksiyonu belirlenmiştir. Modelin belirlenen amaçları daha iyi yansıtması için amaç fonksiyon katsayıları bulanık mantık kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır. Her bir amaç bir kriter olarak değerlendirilmiş ve her bir kriterin diğer kriterler üzerinde ağırlığını belirlemek için ilgili bölümdeki öğretim elemanlarından bazılarının görüşleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlar tablo 3' de gösterilmiştir.

Tablo 3. Kriterlerin İkili Karşılaştırmaları
(Pairwise Comparison of Criteria)

	Amaç1	Amaç2	Amaç3	Amaç4	Amaç5
Amaç1	1,1,1	(1,2,3)	(2,3,4)	(4,5,6)	(6,7,8)
Amaç2	(1/3,1/2,1)	1,1,1	(2,3,4)	(2,3,4)	(3,4,5)
Amaç3	(1/4,1/3,1/2)	(1/4,1/3,1/2)	1,1,1	(3,4,5)	(3,4,5)
Amaç4	(1/6,1/5,1/4)	(1/4,1/3,1/2)	(1/5,1/4,1/3)	1,1,1	(2,3,4)
Amaç5	(1/8,1/7,1/6)	(1/5,1/4,1/3)	(1/5,1/4,1/3)	(1/4,1/3,1/2)	1,1,1

Tablo 4. Bulanık Karşılaştırma Değerlerinin Geometrik Ortalaması
(Geometric Mean of Fuzzy Comparison Value)

Kriter	$\tilde{r}_i$		
Amaç1	2,17	2,91	3,57
Amaç2	1,32	1,78	2,40
Amaç3	0,89	1,12	1,44
Amaç4	0,38	0,51	0,66
Amaç5	0,28	0,34	0,45
Toplam	5,04	6,66	8,52
Tersi(-1 e göre)	0,20	0,15	0,12
Artan sıra	0,12	0,15	0,20

Tablo 5. Her Bir Kriterin Göreli Bulanık Ağırlığı
(The Relative Fuzzy Weight of Each Criteria)

Kriter	$\tilde{w}_i$		
Amaç1	0,25	0,44	0,71
Amaç2	0,15	0,27	0,48
Amaç3	0,10	0,17	0,29
Amaç4	0,05	0,08	0,13
Amaç5	0,03	0,05	0,09

Tablo 6. Kriterlerin normalize edilmiş göreli ağırlıkları ve ortalamaları
(Normalized Relative Weight and Average of Criteria)

Kriter	M_i	N_i
Amaç1	0,47	0,43
Amaç2	0,30	0,27
Amaç3	0,19	0,17
Amaç4	0,08	0,08
Amaç5	0,06	0,05

Tablo 6' da belirtilen sonuçlara göre Amaç1' nin en yüksek öneme, Amaç5' in ise en düşük öneme sahip olduğu görülmüştür. Buna göre modelde, a1 değeri "0,43", a2 değeri "0,27", a3 değeri "0,17", a4 değeri "0,08" ve a5 değeri"0,05" olarak belirlenmiştir.

Oluşturulan İKM(İkili Karşılaştırma Matrisi)' nin tutarlı olup olmadığını belirlemek için tutarlılık analizi yapılmaktadır. Matrisinin tutarlılığını belirlemek için ilk olarak İKM' deki değerlerin durulaştırılması gerekmektedir. İKM' nin durulaştırılmasıyla elde edilen sonuçlar tablo 7' de gösterilmiştir.

Tablo 7. Durulaştırılmış İkili Karşılaştırma Matrisi (Clarifying Pairwise Comparison Matrix)

	Amaç1	Amaç2	Amaç3	Amaç4	Amaç5
Amaç1	1	2	3	5	7
Amaç2	0,56	1	3	3	4
Amaç3	0,35	0,35	1	4	4
Amaç4	0,20	0,35	0,26	1	3
Amaç5	0,14	0,26	0,26	0,35	1

Tablo 7' deki matrisin tutarlılık hesabı normal AHP kullanılarak yapılmış ve tutarlık değeri 0,068 olarak bulunmuştur. Bu değer 0,1 değerinden küçük olduğu için İKM tutarlı ve yapılan işlemlerin mantıklı olduğu anlaşılmıştır.

4. UYGULAMA VE DEĞERLENDİRME

Geliştirilen model, 4 GB RAM, 2.20 GHz işlemcili bilgisayarda, IBM ILOG CPLEX programı ile çözülmüştür. Problemde veri tabanı olarak Microsoft Office Excel 2013 programı kullanılmıştır. Model 31 dakika 44 saniyede çözülmüştür. Çözüm sonucunda modelde sabah ilk saate sadece iki dersin atandığı, akşam son saate ve öğlen saatine ders atanmadığı, ilgili şubenin zorunlu dersleri arasında bir saat boşluk bırakıldığı, öğrencilerin alt şubedeki sınıfıyla zorunlu derslerinin çakışmadığı ve sadece ilgili derslerin bilgisayar laboratuvarına atandığı optimal bir çizelge elde edilmiştir. Amaç fonksiyon değeri 0,16 olarak bulunmuştur. Bu değer amaç4' de arzulanan 08:30-09:20 arasına atama yapma durumunun iki kere ihlal edilmesinden dolayı kaynaklanmaktadır. Sonuçlar tablo 8' de şube ve ders bazında, tablo 9'da ise öğretmen bazında gösterilmiştir.

Tablo 8' deki hücrelere yapılan derse ilişkin bilgilerin bulunduğu bir değer kodu atanmıştır. Bu koddaki ilk üç harf yapılacak dersin kısaltılmış halidir. Üçüncü harften sonraki ilk rakam dersi hangi sınıfın aldığını belirtmektedir. Buradaki 1 değeri dersi birinci sınıfların, 2 değeri dersi ikinci sınıfların,3 değeri dersi üçüncü sınıfların ve 4 değeri ise dersi dördüncü sınıfların aldığını ifade etmektedir. İlk parantez dersin hangi öğretim zamanı için verildiğini belirtmektedir. Parantez içerisindeki "1" değeri dersi normal öğretimin aldığını, "2" değeri dersi ikinci öğretimin aldığını, "1-2" değeri ise dersin her iki öğretim dönemi tarafından da alındığını belirtmektedir. İkinci parantez içerisindeki değer dersi hangi şubenin aldığını göstermektedir. "1" değeri dersi birinci şubenin aldığını, "2" değeri dersi ikinci şubenin aldığını, "1-2" değeri dersi her iki şubenin de aldığını belirtmektedir. Son parantez ise dersin kaç oturuma sahip olduğunu göstermektedir. Bu parantezin "tek", "1" ve "2" olmak üzere alabileceği üç değer vardır. "tek" ifade dersin tek oturumda yapıldığını belirtmektedir. "1" değeri iki oturumlu dersin ilk oturumunu, "2" değeri ise ikinci oturumunu ifade etmektedir. Örneğin, pazartesi günü 13:30-15:20 saatlerinde, derslik 403(1 numaralı derslik)'e, ENF106(2)(2)(2) dersi atanmıştır. Tablo 9'da da dersleri veren öğretim elemanlarının isimleri görülmektedir. Bu bilgilere göre pazartesi günü 13:30-15:20 saatleri arasında birinci sınıf ikinci öğretim ikinci şubeye ait ENF106 dersinin ikinci oturumunun 403 numaralı derslikte yapılacağı anlaşılmaktadır.

Tablo 8'deki sarı renkle boyanmış kısımlar 08:30-09:20 saatleri arasında atama yapılabilecek slotları ifade etmektedir. Bu kısım aynı zamanda amaç4' ü ilgilendiren kısımdır ve buraya ders atanması istenmemektedir. Tabloya bakıldığında çarşamba günü 414 numaralı derslik ve Cuma günü 409 numaralı derslik için bu durumun ihlal edildiği görülmektedir. Kırmızı renkli kısımlar 12:30-13:20 zamanları arasına yapılan atamaları belirtmektedir. Tabloda bu zaman dilimlerine herhangi bir dersin atanmadığı anlaşılmaktadır. Mavi renkli kısım 18:30-19:20 zaman aralığına atanan dersleri belirtmekte ve tabloda bu periyotlara herhangi bir dersin atanmadığı anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ

Üniversite ders çizelgeleme problemi, her eğitim dönemi başında karşılaşılan NP-Complete bir problemdir. Problemin çözümünde eğitim kurumunun özelliklerine ve öğrenci-öğretim elemanları tercihlerine bağlı olarak birçok kısıt ve amaçla karşılaşılmaktadır. Kısıt ve amaçların aynı anda tatmin edilmesi zor olmakta çoğu zamanda mümkün olmamaktadır. Bu durumda derslerin çizelgelenmesi için belirli tavizler verilmesi gerekmektedir. Amaç ise en az tavizle kısıt ve amaçların tatmin edilmesi ve uygun ders çizelgelerinin hazırlanmasıdır.

Bu çalışmada müfredat tabanlı ders çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Problem kapsamında uygulama yapılan eğitim kurumu için beş farklı amaç belirlenmiştir. Amaçların önem derecelerini belirlemek için ilgili bölümdeki öğretim elemanlarının görüşleri alınmıştır. Görüşlerin daha iyi ifade edilmesi ve önem derecelerinin belirlenmesi için Bulanık AHP yöntemi kullanılmıştır. Uygulama kapsamında derslerin çizelgelenmesi için literatürdeki mevcut bir modelden hareketle karışık tam sayılı model geliştirilmiş ve modelin amaç fonksiyonunda Bulanık AHP ile elde edilen ağırlıklar doğrultusunda belirlenmiş olan amaçlar minimize edilmeye çalışılmıştır. Sonuçta istenen amaçların optimal bir şekilde sağlandığı uygun çizelgeler elde edilmiştir.

İlgili çalışma öğretim elemanlarının görüşleri doğrultusunda gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda öğrencilerin tercihlerini dikkate alarak daha iyi ders çizelgelerinin oluşturulabileceği düşünülmektedir. Ayrıca optimizasyon teknikleri ve sezgisel yöntemlerle daha kısa çözüm zamanı içerisinde optimal ya da uygun çözümlerin alınabileceği tahmin edilmektedir.

Tablo 8. Modelin Çözülmesiyle Elde Edilen Ders Programı

Pazartesi	**403**	**404**	**406**	**407**	**408**	**409**	**411**	**414**
08:30-09:20								
09:30-10:20		ENM355(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(2)(1)(tek)	ENM404(2)(2)(tek)	ENM404(2)(1)(tek)		ENM208(2)(2)(tek)	MM226(1)(1-2)(tek)
10:30-11:20		ENM355(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(2)(1)(tek)	ENM404(2)(2)(tek)	ENM404(2)(1)(tek)	ENM406(1)(1-2)(tek)	ENM208(2)(2)(tek)	MM226(1)(1-2)(tek)
11:30-12:20		ENM355(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(2)(1)(tek)	ENM404(2)(2)(tek)	ENM404(2)(1)(tek)	ENM406(1)(1-2)(tek)	ENM208(2)(2)(tek)	MM226(1)(1-2)(tek)
12:30-13:20								
13:30-14:20	ENF106(2)(2)(2)			ENM312(1)(2)(1)	ENM476(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(2)(1)(2)	ENM312(1)(1)(1)	ENM312(2)(2)(2)
14:30-15:20	ENF106(2)(2)(2)			ENM312(1)(2)(1)	ENM476(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(2)(1)(2)	ENM312(1)(1)(1)	ENM312(2)(2)(2)
15:30-16:20		ENM361(1-2)(1-2)(tek)	ENM369(1-2)(1-2)(tek)	ENM206(1)(1-2)(tek)	ENM476(1-2)(1-2)(tek)	ENM467(1-2)(1-2)(tek)	ENM470(1-2)(1-2)(tek)	MM226(2)(1-2)(tek)
16:30-17:20		ENM361(1-2)(1-2)(tek)	ENM369(1-2)(1-2)(tek)	ENM206(1)(1-2)(tek)		ENM467(1-2)(1-2)(tek)	ENM470(1-2)(1-2)(tek)	MM226(2)(1-2)(tek)
17:30-18:20		ENM361(1-2)(1-2)(tek)	ENM369(1-2)(1-2)(tek)	ENM206(1)(1-2)(tek)		ENM467(1-2)(1-2)(tek)	ENM470(1-2)(1-2)(tek)	MM226(2)(1-2)(tek)
18:30-19:20								
Salı	**403**	**404**	**406**	**407**	**408**	**409**	**411**	**414**
08:30-09:20								
09:30-10:20	ENF106(2)(1)(1)	ENM459(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(2)(tek)	SS472(TTY)(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(2)(2)(tek)	ENM322(2)(1)(tek)	ENM456(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(1)(tek)
10:30-11:20	ENF106(2)(1)(1)	ENM459(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(2)(tek)	SS472(TTY)(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(2)(2)(tek)	ENM322(2)(1)(tek)	ENM456(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(1)(tek)
11:30-12:20		ENM459(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(2)(tek)	SS472(TTY)(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(2)(2)(tek)	ENM322(2)(1)(tek)	ENM456(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(1)(1)(tek)
12:30-13:20								
13:30-14:20		ENM312(2)(1)(1)	ENM463(1-2)(1-2)(tek)			ENM106(1)(2)(tek)	ENM202(2)(2)(2)	ENM306(1)(2)(tek)
14:30-15:20		ENM312(2)(1)(1)	ENM463(1-2)(1-2)(tek)			ENM106(1)(2)(tek)	ENM202(2)(2)(2)	ENM306(1)(2)(tek)
15:30-16:20	ENF106(1)(1)(2)	ENM458(1-2)(1-2)(tek)	ENM463(1-2)(1-2)(tek)	ENM322(1)(1)(tek)	ENM224(2)(1)(tek)	ENM106(1)(2)(tek)	ENM316(2)(2)(tek)	ENM306(1)(2)(tek)
16:30-17:20	ENF106(1)(1)(2)	ENM458(1-2)(1-2)(tek)	ENM202(1)(2)(1)	ENM322(1)(1)(tek)	ENM224(2)(1)(tek)		ENM316(2)(2)(tek)	
17:30-18:20		ENM458(1-2)(1-2)(tek)	ENM202(1)(2)(1)	ENM322(1)(1)(tek)	ENM224(2)(1)(tek)		ENM316(2)(2)(tek)	
18:30-19:20								
Çarşamba	**403**	**404**	**406**	**407**	**408**	**409**	**411**	**414**
08:30-09:20								ENM443/ENM444(1-2)(1-2)(1)
09:30-10:20	ENF106(1)(2)(2)			ENM206(2)(1)(tek)	ENM224(2)(2)(tek)			ENM443/ENM444(1-2)(1-2)(1)
10:30-11:20	ENF106(1)(2)(2)			ENM206(2)(1)(tek)	ENM224(2)(2)(tek)		ENM312(1)(2)(2)	ENM202(1)(1)(2)
11:30-12:20				ENM206(2)(1)(tek)	ENM224(2)(2)(tek)		ENM312(1)(2)(2)	ENM202(1)(1)(2)
12:30-13:20								
13:30-14:20		ENM344(1-2)(1-2)(1)	ENM466(1-2)(1-2)(tek)	ENM250(1-2)(1-2)(tek)		ENM106(2)(1)(tek)		
14:30-15:20	ENF106(2)(2)(1)	ENM344(1-2)(1-2)(1)	ENM466(1-2)(1-2)(tek)	ENM250(1-2)(1-2)(tek)	ENM106(1)(1)(tek)	ENM106(2)(1)(tek)		ENM469(1-2)(1-2)(tek)
15:30-16:20	ENF106(2)(2)(1)	ENM471(1-2)(1-2)(tek)	ENM466(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(1)(2)(tek)	ENM106(1)(1)(tek)	ENM106(2)(1)(tek)	SS472(SP)(1-2)(1-2)(tek)	ENM469(1-2)(1-2)(tek)
16:30-17:20		ENM471(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(1)(1)(2)	ENM208(1)(2)(tek)	ENM106(1)(1)(tek)		SS472(SP)(1-2)(1-2)(tek)	ENM469(1-2)(1-2)(tek)
17:30-18:20		ENM471(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(1)(1)(2)	ENM208(1)(2)(tek)			SS472(SP)(1-2)(1-2)(tek)	
18:30-19:20								
Perşembe	**403**	**404**	**406**	**407**	**408**	**409**	**411**	**414**
08:30-09:20								
09:30-10:20		ENM455(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(1)(1)(tek)	ENM306(2)(1)(tek)	ENM322(2)(2)(tek)	ENM224(1)(2)(tek)	SS472(FG)(1-2)(1-2)(tek)	SS472(PG)(1-2)(1-2)(tek)
10:30-11:20	ENF106(1)(1)(1)	ENM455(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(1)(1)(tek)	ENM306(2)(1)(tek)	ENM322(2)(2)(tek)	ENM224(1)(2)(tek)	SS472(FG)(1-2)(1-2)(tek)	SS472(PG)(1-2)(1-2)(tek)
11:30-12:20	ENF106(1)(1)(1)	ENM455(1-2)(1-2)(tek)	ENM306(1)(1)(tek)	ENM306(2)(1)(tek)	ENM322(2)(2)(tek)	ENM224(1)(2)(tek)	SS472(FG)(1-2)(1-2)(tek)	SS472(PG)(1-2)(1-2)(tek)
12:30-13:20								
13:30-14:20				ENM254(1-2)(1-2)(tek)		ENM344(1-2)(1-2)(2)		ENM252(1-2)(1-2)(tek)
14:30-15:20				ENM254(1-2)(1-2)(tek)		ENM344(1-2)(1-2)(2)		ENM252(1-2)(1-2)(tek)
15:30-16:20		ENM353(1-2)(1-2)(tek)	ENM370(1-2)(1-2)(tek)		ENM404(1)(2)(tek)	ENM404(1)(1)(tek)	ENM206(2)(2)(tek)	ENM224(1)(1)(tek)
16:30-17:20		ENM353(1-2)(1-2)(tek)	ENM370(1-2)(1-2)(tek)	ENM202(2)(1)(2)	ENM404(1)(2)(tek)	ENM404(1)(1)(tek)	ENM206(2)(2)(tek)	ENM224(1)(1)(tek)
17:30-18:20		ENM353(1-2)(1-2)(tek)	ENM370(1-2)(1-2)(tek)	ENM202(2)(1)(2)	ENM404(1)(2)(tek)	ENM404(1)(1)(tek)	ENM206(2)(2)(tek)	ENM224(1)(1)(tek)
18:30-19:20								
Cuma	**403**	**404**	**406**	**407**	**408**	**409**	**411**	**414**
08:30-09:20						ENM443/ENM444(1-2)(1-2)(2)		
09:30-10:20		ENM373(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(1)(1)(tek)	ENM372(1-2)(1-2)(tek)	ENM106(2)(2)(tek)	ENM443/ENM444(1-2)(1-2)(2)		ENM202(1)(2)(2)
10:30-11:20		ENM373(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(1)(1)(tek)	ENM372(1-2)(1-2)(tek)	ENM106(2)(2)(tek)		ENM202(2)(1)(1)	ENM202(1)(2)(2)
11:30-12:20		ENM373(1-2)(1-2)(tek)	ENM208(1)(1)(tek)	ENM372(1-2)(1-2)(tek)	ENM106(2)(2)(tek)		ENM202(2)(1)(1)	
12:30-13:20								
13:30-14:20	ENF106(2)(1)(2)		ENM450(1-2)(1-2)(tek)	ENM451(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(2)(2)(1)	ENM253(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(2)(1)(tek)	ENM453(1-2)(1-2)(tek)
14:30-15:20	ENF106(2)(1)(2)		ENM450(1-2)(1-2)(tek)	ENM451(1-2)(1-2)(tek)	ENM312(2)(2)(1)	ENM253(1-2)(1-2)(tek)	ENM316(2)(1)(tek)	ENM453(1-2)(1-2)(tek)
15:30-16:20	ENF106(1)(2)(1)		ENM450(1-2)(1-2)(tek)	ENM451(1-2)(1-2)(tek)		ENM322(1)(2)(tek)	ENM316(2)(1)(tek)	ENM453(1-2)(1-2)(tek)
16:30-17:20	ENF106(1)(2)(1)			ENM202(1)(1)(1)		ENM322(1)(2)(tek)	ENM406(2)(1-2)(tek)	ENM202(2)(2)(1)
17:30-18:20				ENM202(1)(1)(1)		ENM322(1)(2)(tek)	ENM406(2)(1-2)(tek)	ENM202(2)(2)(1)
18:30-19:20								

Tablo 9. Öğretim elemanı bazında haftalık ders programı

Pazartesi	403	404	406	407	408	409	411	414
08:30-09:20								
09:30-10:20		Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Uğur Özcan	Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen		Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Öğr. Gör. Tunç Apatay
10:30-11:20		Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Uğur Özcan	Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen	Prof. Dr. Serpil Erol	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Öğr. Gör. Tunç Apatay
11:30-12:20		Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Uğur Özcan	Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen	Prof. Dr. Serpil Erol	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Öğr. Gör. Tunç Apatay
12:30-13:20								
13:30-14:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen			Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender	Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Prof. Dr. Ertan Güner	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük
14:30-15:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen			Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender	Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Prof. Dr. Ertan Güner	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük
15:30-16:20		Prof. Dr. Nurettin Parlıtılı	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Fatma Ayaz	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Prof. Dr. Ertan Güner	Öğr. Gör. Tunç Apatay
16:30-17:20		Prof. Dr. Nurettin Parlıtılı	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Fatma Ayaz		Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Prof. Dr. Ertan Güner	Öğr. Gör. Tunç Apatay
17:30-18:20		Prof. Dr. Nurettin Parlıtılı	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Fatma Ayaz		Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Prof. Dr. Ertan Güner	Öğr. Gör. Tunç Apatay
18:30-19:20								
Salı	403	404	406	407	408	409	411	414
08:30-09:20								
09:30-10:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	Doç. Dr. Ayşe Canatan	Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Zülal Güngör	Prof. Dr. Fulya Altıparmak
10:30-11:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	Doç. Dr. Ayşe Canatan	Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Zülal Güngör	Prof. Dr. Fulya Altıparmak
11:30-12:20		Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	Doç. Dr. Ayşe Canatan	Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Prof. Dr. Zülal Güngör	Prof. Dr. Fulya Altıparmak
12:30-13:20								
13:30-14:20		Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Doç. Dr. Mehmet Kabak			Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan	Prof. Dr. Bilal Toklu
14:30-15:20		Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Doç. Dr. Mehmet Kabak			Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan	Prof. Dr. Bilal Toklu
15:30-16:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Doç. Dr. Afşin Şahin	Doç. Dr. Mehmet Kabak	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Adnan Akkurt	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	Prof. Dr. Bilal Toklu
16:30-17:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Doç. Dr. Afşin Şahin	Doç. Dr. Mehmet Atak	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Adnan Akkurt		Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	
17:30-18:20		Doç. Dr. Afşin Şahin	Doç. Dr. Mehmet Atak	Prof. Dr. Mustafa Kurt	Doç. Dr. Adnan Akkurt		Prof. Dr. Ö. Faruk Baykoç	
18:30-19:20								
Çarşamba	403	404	406	407	408	409	411	414
08:30-09:20								BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_4
09:30-10:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen			Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt			BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_4
10:30-11:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen			Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt		Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Prof. Dr. Bilal Toklu
11:30-12:20				Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt		Öğr. Gör. Dr. Hakan Çerçioğlu	Prof. Dr. Bilal Toklu
12:30-13:20								
13:30-14:20		BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_3	Prof. Dr. Zülal Güngör	Doç. Dr. Muhittin Astarlı		Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin		
14:30-15:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen	BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_3	Prof. Dr. Zülal Güngör	Doç. Dr. Muhittin Astarlı	Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin		Doç. Dr. Mehmet Atak
15:30-16:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen	Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Zülal Güngör	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Doç. Dr. H. Ediz Atmaca	Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin	Yrd. Doç. Dr. Mehmet Merve Özaydın	Doç. Dr. Mehmet Atak
16:30-17:20		Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Ertan Güner	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz	Doç. Dr. H. Ediz Atmaca		Yrd. Doç. Dr. Mehmet Merve Özaydın	Doç. Dr. Mehmet Atak
17:30-18:20		Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Ertan Güner	Yrd. Doç. Dr. İzzettin Temiz			Yrd. Doç. Dr. Mehmet Merve Özaydın	
18:30-19:20								
Perşembe	403	404	406	407	408	409	411	414
08:30-09:20								
09:30-10:20		Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan	Doç. Dr. Mehmet Kabak	Prof. Dr. Cevriye Gencer	Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Doç. Dr. Adnan Akkurt	Prof. Dr. Kazım Sarıkavak	Öğr. Gör. Dr. Canan Gürsel
10:30-11:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan	Doç. Dr. Mehmet Kabak	Prof. Dr. Cevriye Gencer	Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Doç. Dr. Adnan Akkurt	Prof. Dr. Kazım Sarıkavak	Öğr. Gör. Dr. Canan Gürsel
11:30-12:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan	Doç. Dr. Mehmet Kabak	Prof. Dr. Cevriye Gencer	Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Doç. Dr. Adnan Akkurt	Prof. Dr. Kazım Sarıkavak	Öğr. Gör. Dr. Canan Gürsel
12:30-13:20								
13:30-14:20				Yrd. Doç. Dr. Aykut Göksel		BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_3		Doç. Dr. Hatice Demirbaş
14:30-15:20				Yrd. Doç. Dr. Aykut Göksel		BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_3		Doç. Dr. Hatice Demirbaş
15:30-16:20		Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Doç. Dr. Diyar Akay		Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen	Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt
16:30-17:20		Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Doç. Dr. Diyar Akay	Doç. Dr. Feyzan Arıkan	Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen	Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt
17:30-18:20		Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Doç. Dr. Diyar Akay	Doç. Dr. Feyzan Arıkan	Öğr. Gör. Dr. Tahsin Çetinyokuş	Prof. Dr. Hadi Gökçen	Prof. Dr. Fatma Ayaz	Doç. Dr. Adnan Akkurt
18:30-19:20								
Cuma	403	404	406	407	408	409	411	414
08:30-09:20						BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_4		
09:30-10:20		Prof. Dr. İhsan Alp	Doç. Dr. Uğur Özcan	Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender	BÖLÜM ÖĞRETİM ELEMANLARI_4		Doç. Dr. Mehmet Atak
10:30-11:20		Prof. Dr. İhsan Alp	Doç. Dr. Uğur Özcan	Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender		Doç. Dr. Feyzan Arıkan	Doç. Dr. Mehmet Atak
11:30-12:20		Prof. Dr. İhsan Alp	Doç. Dr. Uğur Özcan	Yrd. Doç. Dr. Aykut Ekiyor	Yrd. Doç. Dr. Yeşim Kalender		Doç. Dr. Feyzan Arıkan	
12:30-13:20								
13:30-14:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz		Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin	Prof. Dr. Orhan Türkbey	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Yrd. Doç. Dr. Muhammet Görür	Prof. Dr. Fulya Altıparmak	Prof. Dr. Ertan Güner
14:30-15:20	Yrd. Doç. Talip Kellegöz		Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin	Prof. Dr. Orhan Türkbey	Yrd. Doç. Dr. Bahar Özyörük	Yrd. Doç. Dr. Muhammet Görür	Prof. Dr. Fulya Altıparmak	Prof. Dr. Ertan Güner
15:30-16:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen		Yrd. Doç. Dr. Ramazan Şahin	Prof. Dr. Orhan Türkbey		Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Fulya Altıparmak	Prof. Dr. Ertan Güner
16:30-17:20	Doç. Dr. Selçuk Kürşat İşleyen			Prof. Dr. Bilal Toklu		Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Serpil Erol	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan
17:30-18:20				Prof. Dr. Bilal Toklu		Doç. Dr. Metin Dağdeviren	Prof. Dr. Serpil Erol	Yrd. Doç. Dr. Murat Arıkan
18:30-19:20								

KAYNAKLAR

[1] Köçken, H. G., Özdemir, R., ve Ahlatcıoğlu, M.,"Üniversite Ders Zaman Çizelgeleme Problemi İçin İkili Tamsayılı Bir Model ve Bir Uygulama",**Journal of the School of Business Administration, Istanbul University**, Cilt 43, No 1, 28-54, 2014.

[2] Daskalaki, S.,Birbas, T., ve Housos, E., "An İnteger Programming Formulation for a Case Study in University Timetabling", **European Journal of Operational Research**", Cilt 153, No 1, 117-135, 2004.

[3] Rudová, H.,Müller, T., ve Murray, K., "Complex University Course Timetabling", **Journal of Scheduling**, Cilt 14, No 2, 187-207, 2011.

[4] Shue, L. Y., Lin, P. C., ve Tsai, C. Y., "Constraint Programming Approach for a University Timetabling Decision Support System with Hard and Soft Constraints", **In Opportunities and Challenges for Next-Generation Applied Intelligence**, Springer Berlin Heidelberg, 93-98, 2009.

[5] Mahiba, A. A., ve Durai, C. A. D., "Genetic Algorithm with Search Bank Strategies for University Course Timetabling Problem", **Procedia Engineering**, Cilt 38, 253-263, 2012.

[6] Gunawan, A., Ng, K. M., ve Poh, K. L., "A Hybridized Lagrangian Relaxation and Simulated Annealing Method for the Course Timetabling Problem", **Computers & Operations Research**, Cilt 39, No 12, 3074-3088, 2012.

[7] Schimmelpfeng, K., ve Helber, S., "Application of a Real-World University-Course Timetabling Model Solved by İnteger Programming". **Or Spectrum**, Cilt 29, No 4, 783-803, 2007.

[8] Ismayilova, N. A., Sağır, M., ve Gasimov, R. N.,"A Multiobjective Faculty–Course–Time Slot Assignment Problem with Preferences",**Mathematical and Computer Modelling**, Cilt 46, No 7, 1017-1029, 2007.

[9] Kohshori, M. S., Abadeh, M. S., ve Sajedi, H., "A Fuzzy Genetic Algorithm with Local Search for University Course Timetabling", **In Data Mining and Intelligent Information Technology Applications (ICMiA)**, **2011 3rd International Conferenceon**, IEEE, 250-254, October 2011.

[10] Golabpour, A.,Farahi, A., Beigi, H., ve Shirazi, H. M., "A Fuzzy Solution Based on Memetic Algorithms for Timetabling", **In Multi Media and Information Technology, 2008. MMIT'08. International Conference on**, IEEE, 108-110, December 2008.

[11] Rachmawati, L., ve Srinivasan, D., "A Hybrid Fuzzy Evolutionary Algorithm for a Multi-Objective Resource Allocation Problem", **In Hybrid Intelligent Systems, 2005. HIS'05. Fifth International Conference on**, IEEE, 6, November 2005.

[12] Chaudhuri, A., ve De, K., "Fuzzy genetic heuristic for university course timetable problem", **International Journal of Advance Soft Computing Application**, 2(1), 2010.

[13] Asmuni, H., Burke, E. K., ve Garibaldi, J. M., "Fuzzy Multiple Heuristic Ordering for Course Timetabling", **In Proceedings of the 5th United Kingdom Workshop on Computational Intelligence (UKCI 2005)**, 302-309, September 2005.

[14] Özbek, A., ve Eren, T., "Çok Ölçütlü Karar Verme Teknikleri ile Hizmet Sağlayıcı Seçimi", **Akademik Bakış Dergisi**, (36), 1-22, 2013.

[15] Ayhan, M. B., "A Fuzzy AHP Approach for Supplier Selection Problem: A Case Study in a Gear Motor Company", **arXivpreprint arXiv:1311.2886**, 2013.

[16] Göksu, A. ve Güngör, İ., "Bulanık Analitik Hiyerarşik Proses Ve Üniversite Tercih Sıralamasında Uygulanması." **Süleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences**, Cilt 13, No3, 1-26, 2008.

[17] Özden, Ünal H. "Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İlkokul Seçimi." **Marmara Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi**, Cilt 24, No 1, 2008.