



**T.C.  
KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI ÇİZELGELEME  
PROBLEMİ:  
HEDEF PROGRAMLAMA MODEL ÖNERİLERİ**

**MUSTAFA UĞURLU  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ**

**KIRIKKALE-2023**





**T.C.**  
**KIRIKKALE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI ÇİZELGELEME  
PROBLEMİ:  
HEDEF PROGRAMLAMA MODEL ÖNERİLERİ**

**MUSTAFA UĞURLU**  
**ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ**

**KIRIKKALE-2023**

## KABUL ve ONAY

Mustafa Uğurlu tarafından hazırlanan “UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI ÇİZELGELEME PROBLEMİ: HEDEF PROGRAMLAMA MODEL ÖNERİLERİ” adlı tez çalışması, aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ

İmza

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Tamer EREN

İmza

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Kırıkkale Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emre ÇALIŞKAN

İmza

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 24/02/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Recep ÇALIN

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYANI

Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Mustafa UĞURLU

24/02/2023

## ÖZET

### UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI ÇİZELGELEME PROBLEMİ: HEDEF PROGRAMLAMA MODEL ÖNERİLERİ

Kırıkkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ

Şubat 2023, 71 sayfa

Üniversitelerde ders programı çizelgelerinin hazırlanması ve bunun her dönem yapılması zaman alan bir süreçtir. Bu problem, genellikle en az maliyetle veya en yüksek kapasite kullanımına göre çözümlenir. Diğer önemli kısıtlamalar arasında derslerin mevcut hocalarının mevcut zaman dilimlerine uygun olması ve öğrencilerin derslerine katılabilecekleri zaman dilimleri bulunabilir. Ders programı çizelgeleme problemi (DPÇP) aynı zamanda ders ve bu derslerden sorumlu öğretim elemanlarının problemle ilgili kısıtlar ve kurumun özelliklerini dikkate alarak en uygun zaman dilimlerine tahsis edilmesini ifade eden bir zaman planlama problemidir. Bu çalışmada, pandemi ve afet dönemlerinin getirmiş olduğu şartlardan dolayı eğitim sisteminin yüz yüze yapılamaması ve bunun sonucunda uzaktan eğitim (UE) ile derslerin ilerlemesi ile ilgili olarak UE DPÇP ele alınmıştır. Pandemi ve afetler eğitim sürecinde alışıl gelmişin dışında bir döneme neden olmuş ve UE tüm dönem boyunca yapılmasını sağlamakla birlikte ele alınan problemi literatürdeki diğer çalışmalara göre farklı hale getirmiştir. Ele alınan bu problemde derslerin ait oldukları sanal dersliklere atanması ve hafta sonu derslerin atanabilmesi gibi kısıtları içermektedir. Çalışmada ders programı çizelgeleme alanında yapılan akademik içeriklerden sonra Kırıkkale Üniversitesi (KÜ) Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği (EM) Bölümü ders çizelgeleme problemi analiz edilmiştir. Hafta sonu günlerine, birinci öğretim öğrencilerinin alacağı derslerin geç saatlere ve ikinci öğretim öğrencilerinin alacağı derslerin erken saatlere atanmamasını, öğretim elemanları tercihlerinin belirlendiği kısıtları dikkate alan, derslerin zorluk puanlarının yer aldığı bu doğrultuda hazırlanan hedef programlama (HP) modeli önerilmiştir. Üç farklı hedef modelinin ele alındığı modellerde sapma değişkenleri sonucu modellere ilişkin sonuç ve öneriler sunulmuştur. Modeller bir optimizasyon programı ile çözümlenerek ders çizelgesi elde edilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** 0-1 Tamsayılı Programlama, Ders Programı Çizelgeleme, Uzaktan Eğitim, Çizelgeleme, Hedef Programlama

## ABSTRACT

### DISTANCE EDUCATION COURSE TIMETABLING PROBLEM: GOAL PROGRAMMING MODEL SUGGESTIONS

Kırıkkale University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering, Master Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Hacı Mehmet ALAKAŞ

Feb 2023, 71 pages

The preparation and repetition of course schedules in universities is a time-consuming process. This problem is usually solved with the least cost or highest capacity usage. Other essential constraints may include the availability of the instructors during specific time slots and the availability of the students to attend the classes. The course scheduling problem is also a timetabling problem that assigns the most suitable time slots to courses and the teaching staff responsible for them, taking into account the constraints and characteristics of the institution. Due to the conditions brought about by the pandemic and disasters, which resulted in the inability to conduct face-to-face education and the progress of classes through distance education, the distance education course scheduling problem was addressed in this study. Pandemics and disasters have caused a period outside the usual education process, ensuring that DE is conducted throughout the term and making the problem addressed differently from other studies in the literature. The problem includes constraints such as assigning courses to online classrooms and assigning weekend courses. The study analyzed the course scheduling problem of the Industrial Engineering Department of Kırıkkale University Faculty of Engineering and Architecture. A goal programming model was proposed, considering the constraints of assigning weekend courses to early hours for students in evening education and late hours for students in daytime education and evaluating the preferences of academicians and the difficulty levels of the classes. The results and recommendations for the three different goal programming models and deviation variables are presented. The models were solved with an optimization program to obtain the class schedule.

**Key Words:** 0-1 Integer Programming, Course Scheduling, Distance Learning, Timetabling, Goal Programming

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisansa başladığım andan itibaren, tezimin bitişine kadar olan süreçte hiçbir zaman desteğini esirgemedi, sürekli bu sürece tutunmamda en büyük pay sahibi olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Hacı Mehmet ALAKAŞ'a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bu süreçte tezimi bitirmem için beni motive eden ve sorun yaşadığım yerlerde yardımcı olan Prof. Dr. Tamer EREN ve Dr. Öğr. Üyesi Mehmet PINARBAŐI hocalarıma saygılarımla.

Tez sürecim boyunca zorlandığım, yorulduğum anlarda beni tekrar ayağa kaldıran, motive eden değerli eşim Ayőe Nur UĞURLU'ya, hayata adım attığım andan itibaren her anımda yanımda olan, eğitim sürecim boyunca hiçbir şeyi esirgemeyen, ilkokul birinci sınıftan yüksek lisans tez sürecime kadar yanımda olan annem Nezaket UĞURLU ve babam Ahmet UĞURLU'ya teşekkür ve sevgilerimle.



## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. ZAMAN ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ</b> .....	<b>3</b>
2.1. Sınav Çizelgeleme.....	6
2.2. Ders Programı Çizelgeleme .....	7
2.2.1. Uzaktan Eğitim Ders Programı Çizelgeleme.....	8
<b>3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI</b> .....	<b>9</b>
<b>4. HEDEF PROGRAMLAMA</b> .....	<b>22</b>
<b>5. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI.</b> 27	
5.1. Problem Tanımı.....	29
5.2. Verilerin Toplanması .....	29
5.3. Varsayımlar .....	34
5.4. Öğrenci Odaklı Hedef Programlama Modeli .....	35
5.5. Öğretim Elemanları Tercihlerinin Dâhil Olduğu Hedef Programlama Modeli.....	42
5.6. Derslerin Zorluklarının Dâhil Olduğu Hedef Programlama Modeli .....	52
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER</b> .....	<b>64</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>66</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>71</b>

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>ÇİZELGE</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. 2000 yılı ve sonrasında yapılmış ders programı çizelgeleme ile ilgili çalışmalar.....	10
3.2. Literatür araştırmasında tespit edilen yöntemler .....	20
5.1. Endüstri Mühendisliği Bölümü güz yarıyılı dersleri .....	30
5.2. Zaman dilimi zorluk puanları .....	31
5.3. Birinci öğretim derslerine ait bilgiler .....	32
5.4. İkinci öğretim derslerine ait bilgiler .....	33
5.5. Birinci model-birinci öğretim çizelgesi .....	38
5.6. Birinci model-ikinci öğretim çizelgesi .....	39
5.7. Birinci model derslerin sapma değişkenleri .....	40
5.8. Birinci model-A19 öğretim elemanının haftalık ders çizelgesi.....	41
5.9. Öğretim elemanları tercihleri.....	44
5.10. İkinci model-birinci öğretim çizelgesi.....	45
5.11. İkinci model-ikinci öğretim çizelgesi .....	46
5.12. İkinci model-A11 öğretim elemanının haftalık ders çizelgesi.....	47
5.13. İkinci model derslerin sapma değişkenleri .....	48
5.14. İkinci model-birinci öğretim dersleri öğretim elemanları atamaları .....	49
5.15. İkinci model-ikinci öğretim dersleri öğretim elemanları atamaları.....	50
5.16. İkinci model-genel öğretim elemanları atamaları.....	51
5.17. İkinci model öğretim elemanlarının tercihlerinin atanma yüzdeleri .....	52
5.18. İkinci model-öğretim elemanlarının ders verecekleri gün sayısı.....	52
5.19. Ders zorluk puanları .....	57
5.20. Üçüncü model-birinci öğretim çizelgesi.....	58
5.21. Üçüncü model-ikinci öğretim çizelgesi .....	59
5.22. Üçüncü model derslerin sapma değişkenleri .....	60
5.23. Üçüncü model-birinci öğretim dersleri öğretim elemanı atamaları.....	60
5.24. Üçüncü model-ikinci öğretim dersleri öğretim elemanı atamaları .....	61

5.25. Üçüncü model-genel öğretim elemanı atamaları.....	62
5.26. Üçüncü model öğretim elemanlarının tercihlerinin atanma yüzdeleri .....	62
5.27. Üçüncü model-öğretim elemanlarının ders verecekleri gün sayısı .....	62



## ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>ŞEKİL</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Uzaktan eğitim ders çizelgeleme probleminin çizelgeleme problemleri içindeki yeri.....	4
3.1. 2000 yılı ve sonrasında yapılmış ders programı çizelgeleme ile ilgili çalışmalar .....	11
3.2. Literatür araştırmasında tespit edilen yöntemler .....	21
5.1. Uygulama akış şeması.....	28



## KISALTMALAR DİZİNİ

DPÇP	Ders Programı Çizelgeleme Problemi
ZÇP	Zaman Çizelgeleme Problemleri
HP	Hedef Programlama
KÜ	Kırıkkale Üniversitesi
EM	Endüstri Mühendisliği
E.M.O.Y	Endüstri Mühendisliği Ofis Yazılımları
Y.Z ve U.S	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler
M.D.T	Mühendislikte Deney Tasarımı
İSG	İş Sağlığı ve Güvenliği
M.E ve Y.A	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi
GA	Genetik Algoritma

# 1. GİRİŞ

Ders programı çizelgeleme problemi (DPÇP), öğrencilerin zamanlarının etkin bir şekilde kullanılması için okul veya üniversitelerin ders programlarının ders sürelerinin ve sıralarının optimize edilmesi gerektiğini vurgulayan bir matematiksel problemdir. Bu problem, yapılan çalışmalar ve bulunan çözüm yöntemleri sayesinde öğrencilerin ders programlarının daha verimli ve uygun bir şekilde oluşturulmasına yardımcı olmaktadır.

Zaman çizelgeleme problemleri (ZÇP), yer aldığı sektör ve o sektörün farklı alt dallarına ayrılmıştır. Ulaşım, makine, personel, sağlık, spor ve eğitim (ders programı, sınav çizelgeleme) konuları ve bu konuların alt dalları en çok karşılaşılan zaman çizelgeleme türlerine örnektir. Bütün bu problem kategorileri içinde, üniversite ders çizelgeleme problemi son yirmi yılda artan bir ilgi kazanmıştır.

Dünya çapında artan sayıda kurum ve öğrenci sayısı nedeniyle, bir üniversite ders zaman çizelgesi planlamak her zamankinden daha zor hale gelmiştir. Kurumlar ve üniversiteler, çözülmesi gereken çeşitli kısıtlamalar ve gerçek vakalar anlamına gelen çalışma yerlerinde ele alınacak farklı ortamlara/problemlere sahiptir. Yıllar boyunca araştırmacılar, bu problemlerin artan zorluğuyla yüzleşmek için farklı çözüm yöntemleri ve prosedürleri ortaya koymaya çalışmışlardır.

Üniversite ders çizelgeleme problemleri arasında sınav ve ders çizelgeleme problemi en çok çalışılan iki alt problemdir. Her üniversitede yılda en az iki kez bu iki alt problemle karşı karşıya kalınır ve bu nedenle bir ders ve sınav takvimi oluşturmak zorunluluğu oluşur.

Genel olarak, üniversite ders çizelgeleme problemi, üniversite derslerinin haftanın beş iş günü boyunca belirli zaman dilimlerine ve kayıtlı öğrenci sayısı ile her dersin ihtiyaçlarına uygun belirli sınıflara atanması süreci olarak tanımlanmaktadır.

Çalışmalar, genellikle esnek kısıtlamaları, çözüm kalitesini ölçmek için bir araç olarak tanımlar. Ancak kurumlar tarafından belirlenen hem sıkı hem de esnek

kısıtların farklı olması nedeniyle literatürde önerilen algoritmaların ölçülmesi zorlaşmıştır.

Pandemi ve afet dönemlerinin şartları ile birlikte gelişen UE modelleri yeni problemleri ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bir tanesi de UE DPÇP'dir. Öğrenci, öğretim üyesi vs. şartları dikkate alınarak bu ders programlarının hazırlanması gerekmektedir.

Çalışmamız uzaktan eğitim şartlarının bulunduğu durumlarda ders programının çizelgelenmesini sağlamak amacıyla yapılmış olup literatüre yeni bir ders program çizelgeleme modeli kazandırmıştır.

Bu tez çalışması altı bölümden oluşmaktadır: Çalışmanın ikinci bölümünde; ZÇP problemleri ile ilgili detaylı bir araştırma yapılmıştır. ZÇP'nin alt dalları ve çalışmasını gerçekleştirdiğimiz UE ZÇP'nin nerede yer aldığına dair bilgiler verilmiştir. Üçüncü bölümde literatür araştırmasına yer verilmiş olup daha önce yapılan çalışmaların içeriği ve kullanılan yöntemlerine ilişkin bilgiler yer almıştır. Dördüncü bölümde ise çalışmada kullanılan yöntem olarak HP tekniğinin model yapısı, kullanım biçimi, genel gösterim şekline dair içerikler hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde UE ders program çizelgelemesi hakkındaki çalışmamıza dair veriler, varsayımlar, oluşturulan kısıtlar ve modeller bu modellerin çıktılarına ilişkin uygulama bölümü yer almaktadır. Altıncı olarak son kısımda ise oluşturulan HP modellerinin çıkan sonuçlarının değerlendirilmesi yapılmıştır.

## 2. ZAMAN ÇİZELGELEME PROBLEMLERİ

ZÇP, çok sayıda faktörün ve kısıtlamanın dikkate alındığı, verimli bir planlama yapmak için matematiksel ve bilgisayar destekli yöntemlerin kullanıldığı bir problemdir. Ayrıca ZÇP, belirli bir zaman çerçevesinde maksimum etkinlik için çözülmesi gereken bir problemdir.

ZÇP türlerinden olan eğitimde çizelgeleme problemleri, bir eğitim programının nasıl düzenleneceğini belirlemeyi içeren problemlerdir. Bu problemler, bir eğitim programında ne zaman hangi derslerin verileceğini, hangi sınavların yapılacağını ve hangi projelerin tamamlanacağını belirlemek gibi konuları içerebilir.

Bunlardan üniversite ders çizelgeleme problemleri, bir üniversitede hangi derslerin hangi zamanlarda verileceğini belirlemeyi içeren problemlerdir. Bu problemler, üniversitelerde genellikle öğrencilerin ders seçimlerini yapmalarına yardımcı olmak, öğretim elemanlarının ve öğrencilerin uygun bir şekilde derslere girebilmesi amacıyla çözülür.

Üniversite ders çizelgeleme problemlerinin çözümü, öğrencilerin ders seçimlerini yaparken dikkate alacakları faktörleri (örneğin, derslerin zorluk dereceleri veya derslerin diğer derslerle olan çakışmaları gibi) dikkate alarak derslerin çizelgelemesini gösterir. Üniversite ders çizelgeleme problemlerinin çözümü için, öğrencilerin ders seçimlerini yaparken kullanılacak bir ders çizelgeleme uygulaması veya bir ders çizelgeleme web sitesi gibi araçlar kullanılabilir. Bu araçlar, öğrencilerin ders seçimlerini yaparken dikkate alacakları faktörleri göz önünde bulundurarak derslerin çizelgelemesini otomatik olarak yapabilir.

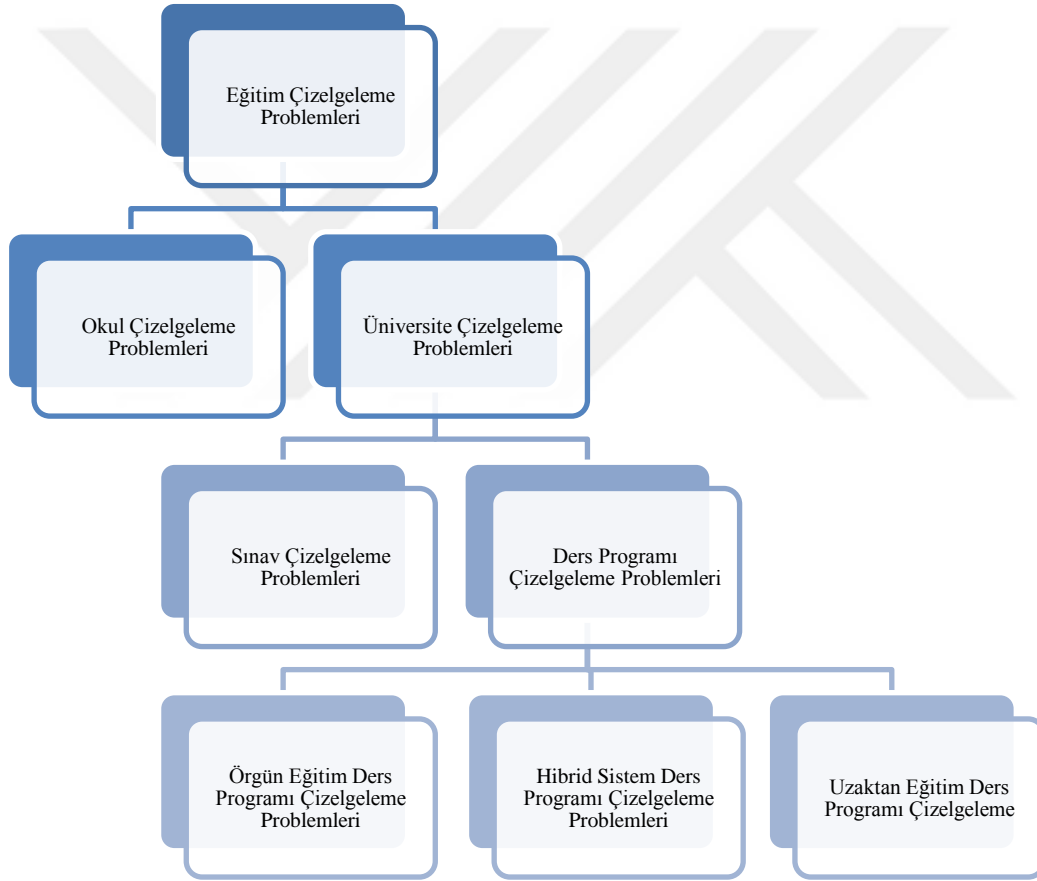
UE ders programı çizelgeleme, bir UE programında hangi derslerin hangi zamanlarda verileceğini belirlemeyi içeren bir problemdir. UE programlarında, öğrenciler genellikle dersleri istedikleri zaman ve istedikleri yerden takip edebilirler. Bu nedenle, UE DPÇP, diğer çizelgeleme problemlerine göre daha esnek çözümler gerektirir.

UE ders programı çizelgeleme problemlerinin çözümü, öğrencilerin dersleri takip etmelerine olanak sağlayacak şekilde derslerin zamanlarını belirler. Bu, öğrencilerin



dersleri takip edebilecekleri zaman aralıklarını ve derslerin sürelerini dikkate alarak yapılabilir. Ayrıca, UE ders programı çizelgeleme problemlerinin çözümünde, derslerin içeriklerinin öğrencilerin ihtiyaç duydukları bilgi ve becerilere uygun olması ve dersler arasında çakışmaların önlenmesi gibi faktörler de dikkate alınabilir.

Şekil 2.1’de çizelgeleme problemlerinin genel türleri sınıflandırılmış ve zaman çizelgeleme problemlerinin altında yer alan eğitim çizelgeleme problemlerinden üniversite çizelgeleme problemleri kapsamındaki ders programı çizelgeleme problemlerine uzaktan eğitim ders programı çizelgeleme problemini dâhil ederek literatüre de katkıda bulunulmuştur.



**Şekil 2.1.** Uzaktan eğitim ders çizelgeleme probleminin çizelgeleme problemleri içindeki yeri

Çizelgeleme, bir dönem boyunca veya bir proje boyunca belirli bir dizi faaliyeti yürütmek için bir plan tasarlamayı içerir. Yapılacak işlerin sınırlı kaynaklar gerektirdiği ve çeşitli kısıtlamalar ile optimize edilerek bir veya daha fazla hedefe ulaşılması amaçlanmaktadır. Günümüzde çizelgemeye yönelik olarak hayatımızın birçok yerinde; sanayi, tarım, hizmet, eğitim ve sağlık gibi sektörlerde tüm işleri

belirli bir düzen içerisinde yürütmek ve karışıklığa engel olmak adına kullanılmaktadır.

Anthony Wren (1996), zaman çizelgelemeyi özel bir çizelgeleme türü olarak şu şekilde tanımlamıştır:

“Zaman çizelgeleme, kısıtlamalara tabi olarak, verilen kaynakların uzay-zamana yerleştirilen nesnelere, mümkün olduğunca bir dizi arzu edilen hedefi tatmin edecek şekilde tahsis edilmesidir.”

Bir ZÇP genellikle iki tür kısıtlamadan oluşur ve bunlar sıkı ve esnek kısıtlamalardır. Problemin çözümü için gerekli olduğunu düşünmek için sıkı kısıtlamalar yerine getirilmelidir. Esnek kısıtlamalar ihlal edilebilir ve çözümün kalitesini değerlendirmek için kullanılır. Her ihlal, çözüm için bir ceza anlamına gelir.

1960'ların başından bu yana, literatürde zaman çizelgeleme problemleri üzerine yapılan çalışmaları bildiren çok sayıda derleme makalesi ortaya çıktığı görülmektedir. Günümüzde bu alandaki araştırmalar hala aktiftir ve yeni araştırma yönleri ortaya çıkmaya devam etmektedir.

Eğitim ZÇP, her biri kendine özgü özellikleri ve kısıtlamaları olan üç tipte sınıflandırılabilir (Schaerf, 1999):

- **Okul çizelgeleme:** Okullarda haftalık derslerin atanmasıyla ilgili sorunlardır. Amaç, bir dizi kısıtlamayı yerine getirirken, bir dizi dönemdeki bir dizi ders için bir dizi sınıfa (öğrenci grubu) bir dizi öğretmen atamaktır. Temel problemin birçok varyasyonu vardır.

Örneğin, okullarda, bazen tek bir öğretmen, tüm gün aynı sınıfla aynı odada kalır ve çeşitli dersleri verir. Ortaokullarda öğretmenler aynı odada kalabilir veya bir öğretmen farklı dersler için odalar arasında hareket edebilir. Sıkı kısıtlamalara örnek olarak şunlar verilebilir: hiçbir öğretmen aynı dönemde iki farklı sınıfta ders veremez ve hiçbir sınıfta aynı anda farklı derslerde olamaz. Esnek kısıtlamalar, öğretmenler için dinlenme süreleri, öğretmenlerin belirli sınıflar için tercihleri ve/veya belirli derslerin belirli zamanlaması gibi konuları kapsayabilir.

- **Sınav çizelgeleme:** Ana amaç, belirli bir zaman dilimi kümesine bir sınav kümesi atamaktır. Her sınavda kayıtlı öğrencilerin bir listesi vardır. Temel bir sıkı kısıtlama, hiçbir öğrencinin aynı anda birden fazla sınava girememesidir. Problem

spesifikasyonu, sıkı ve esnek kısıtlama örnekleri ile ilgili daha fazla detay bölüm 2.1'de verilmiştir.

- **Ders programı çizelgeleme:** Amaç, dersleri ve ilgili etkinlikleri, öğrenci ve öğretim üyesi gruplarını, hiçbir dönemde çakışma olmayacak şekilde zaman dilimlerine atamaktır. Bir sınıfa atanan öğrenci sayısı, azami oda kapasitesinden fazla olmamalıdır. Daha fazla detay bölüm 2.2'de verilmiştir.

## 2.1. Sınav Çizelgeleme

Carter, Laporte ve Lee (1996) sınav çizelgeleme problemini şu şekilde tanımlamıştır: “Herhangi bir çakışma olmayacak şekilde sınavların sınırlı sayıda uygun zaman dilimine atanması.”

Çakışmalar kuruma bağlı sıkı kısıtlamalardır. Tüm sıkı kısıtlamaları karşılayan bir zaman çizelgesi, uygun bir zaman çizelgesi olarak adlandırılır. Sıkı kısıtlamalara ek olarak, genellikle tatmin edilmesi arzu edilen ancak zorunlu olmayan esnek kısıtlamalar da vardır. Karşılanması gereken kısıtlamalar dizisi genellikle bir kurumdan diğerine çok farklıdır. Yayıgın olarak karşılaşılan sıkı kısıtlamaların örnekleri aşağıdaki gibidir:

- Öğrenciler aynı anda iki sınava giremezler.
- Her sınav bir döneme ve en az bir odaya atanmalıdır.
- Oda kapasitelerine her zaman her dönemde saygı gösterilmelidir.

Her kurumun uygun bir zaman çizelgesinin kalitesini değerlendirmek için farklı gereksinimleri vardır. Çoğu durumda kalite, esnek kısıtlama ihlallerini ölçen bir ceza fonksiyonu kullanılarak değerlendirilir. Esnek kısıtlama örnekleri aşağıdaki gibidir:

- Sınav A, sınav B'den önce/sonra planlanacaktır.
- Öğrencilerin sınavlara ardışık zaman dilimlerinde girmesinden kaçınılacaktır.
- Çok sayıda öğrencisi olan sınavlar, zaman çizelgesinde daha erken planlanmalıdır.
- Belirli sınavlar için yalnızca belirli zaman dilimleri ve/veya sınıflar kullanılabilir.

## 2.2. Ders Programı Çizelgeleme

DPÇP, dersler ve bu derslerden sorumlu öğretmenlerin probleme ilişkin kısıtlar ve kurumsal özellikler dikkate alınarak en uygun derslik ve zaman dilimlerine atanmasını ifade eden bir çizelgeleme problemidir.

Carter ve Laporte'un (1997) makalesinde ders çizelgelemeye şöyle bir genel bakışta bulunulmuştur:

“Öğrencilerin, öğretmenlerin (veya öğretim üyelerinin) derslere, ders bölümlerine veya sınıflara atandığı çok boyutlu atama problemi; “etkinlikler” (öğrenciler ve öğretmenler arasındaki bireysel toplantılar) sınıflara ve saatlere atanır.”

Daha önce belirtildiği gibi, üniversite ders çizelgelemesinde, bir hafta içinde bir dizi ders ve ilgili etkinlikler bir sınıf ve süreye atanır. Aynı zamanda uygun derslerin alınabilmesi için çeşitli sıkı ve esnek kısıtlamalara tabi olarak öğrenciler ve öğretmenler derslere atanır. 2002 yılında Paechter, bir “Uluslararası Zaman Çizelgeleme Yarışması”nın bir parçası olarak bir ders çizelgeleme problem örneği oluşturucuyu tanıtmıştır. İlk Uluslararası Zaman Çizelgesi Yarışması'nın amacı, bir üniversite için bir dizi sıkı kısıtlamanın yerine getirildiği ve ihlal edilen esnek kısıtlamaların sayısını en aza indiren uygulanabilir haftalık sınıf çizelgeleri oluşturmaktır. Örnek, tümü en az bir uygun çözüme (sıkı veya esnek kısıtlama ihlalleri olmayan) sahip basitleştirilmiş ancak gerçekçi sorun örnekleri için kullanıldı.

Paechter yarışmada aşağıdaki sıkı kısıtlamaları kullandı:

- Hiçbir öğrenci aynı anda birden fazla derse katılmak zorunda değildir.
- Bir kurs, yalnızca kursun gerektirdiği özellikleri karşılayan bir odaya programlanabilir.
- Bir kurs, yalnızca kayıtlı tüm öğrencileri alabilecek yeterli alana sahip bir odaya programlanabilir.
- Herhangi bir zaman diliminde bir odada sadece bir kurs planlanabilir.

Tanım olarak, verilen herhangi bir problem için esnek kısıtlamaları sağlamak zorunlu değildir. Bu nedenle, esnek kısıtlamaların karşılanma derecesini ölçmek için bir tür ceza fonksiyonu kullanılır. Evrensel olarak kabul edilmiş bir yöntem yoktur, her bir

kısıtlamanın karşılanmadığı öğrenci sayısı genellikle basitçe toplanarak bulunur.

### **2.2.1. Uzaktan Eğitim Ders Programı Çizelgeleme**

Genel olarak, üniversite ders çizelgeleme problemi, üniversite derslerinin haftanın beş iş günü boyunca belirli zaman dilimlerine ve kayıtlı öğrenci sayısı ile her dersin ihtiyaçlarına uygun belirli sınıflara atanması süreci olarak tanımlanmaktadır. Pandemi ve afet dönemlerinin şartları ile birlikte gelişen UE modelleri yeni problemleri ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bir tanesi de UE DPÇP'dir. Öğrenci, öğretim üyesi vb. kriterleri dikkate alınarak bu ders programlarının hazırlanması gerekmektedir.

UE DPÇP'de örgün eğitime göre dikkat çeken en büyük faktörlerden bir tanesi derslik kısıtıdır.

UE'de üniversitelerin sunmuş olduğu sistemlere göre sanal sınıflar yer almaktadır ve her bölüme özgü bir sanal sınıf ayrılacağı için derslik çakışması olmamaktadır.

Bu çalışmada UE DPÇP ele alınmıştır. Problemin ele alınmasındaki neden ise literatürde konu ile ilgili bir boşluk bulunması ve bunun doldurulmaya çalışılması ile birlikte pandemi ve afet sürecinde ortaya çıkan bu UE sistemi için bir modele rastlanmamasıdır.

UE programlarının pandemi ve afet döneminde artması ile birlikte alışılmış ders programı çizelgeleme problemlerinden farklı olarak sanal sınıf ortamlarına uygun olarak belirlenen kısıtlar ve model doğrultusunda çizelge oluşturulmuştur.

### 3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

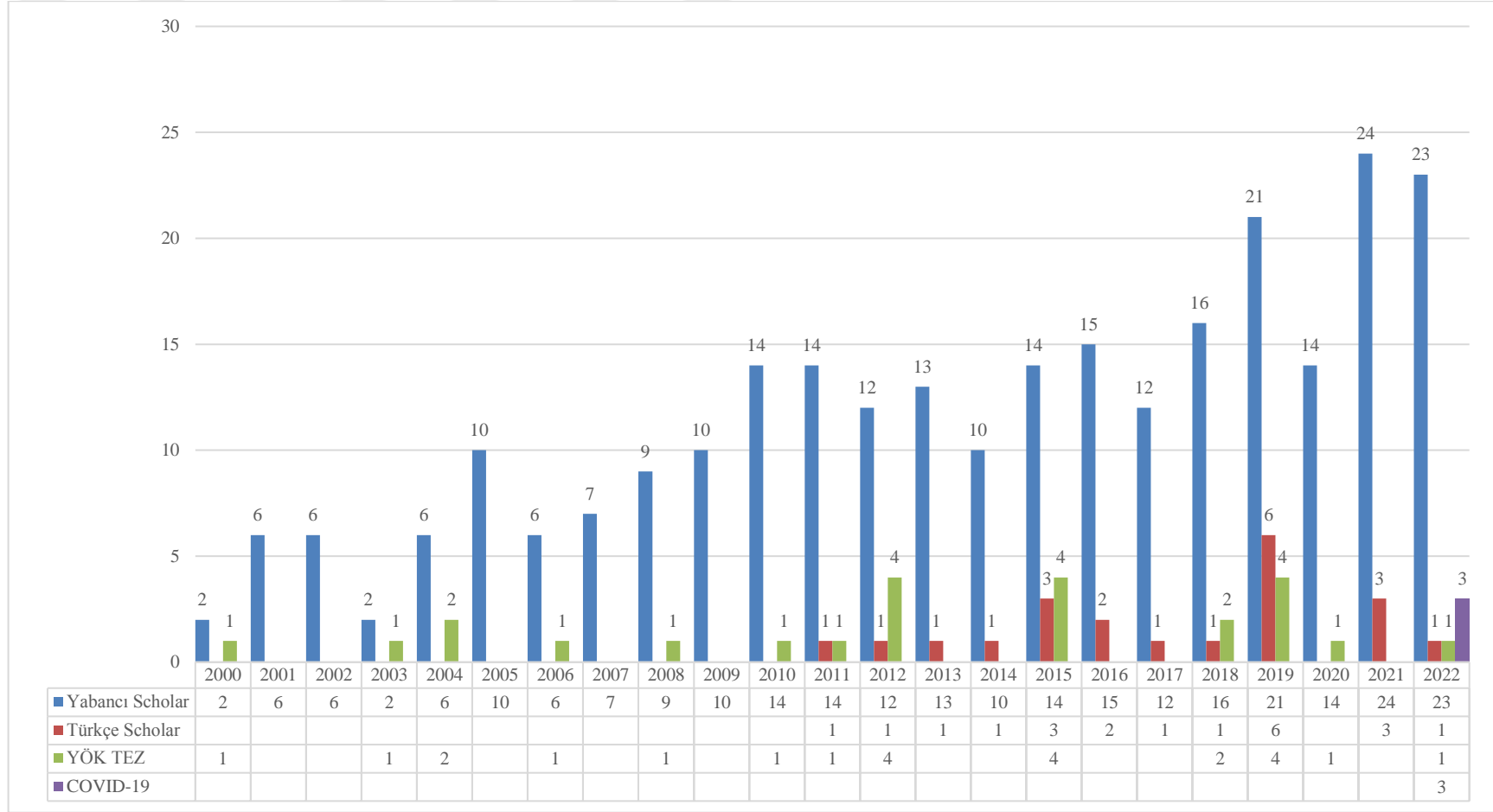
DPÇP’de kullanılan yöntemler arasında, 0-1 tamsayılı programlama, doğrusal programlama, HP, genetik algoritma, karınca kolonisi vb. metasezgisel yöntemler ve bulanık mantık gibi birçok yöntemin öne çıktığı görülmüştür. 2000 yılı ve sonrasında gerçekleştirilen DPÇP ile ilgili çalışmalar ve UE ile ilgili çalışmalara ilişkin sayılar ve bu sayılara ilişkin bilgiler bu bölüm içinde verilen çizelge ve şekillerde yer almaktadır.

DPÇP ile ilgili literatür taraması “Ders Programı Çizelgeleme”, “Ders Çizelgeleme” ve “Ders Zaman Çizelgeleme” kelime grupları ile gerçekleştirilmiştir. Yabancı kaynaklarda tarama yapılırken ise “Course Scheduling” kelime grubu ile bu işlem gerçekleştirilmiştir. Tarama yapılırken konu başlıklarında bu kelime gruplarının geçtiği çalışmalar dikkate alınmıştır.

Çizelge 3.1’de yer alan verilere göre yabancı kaynaklarda 2000 yılı ve sonrasında toplam 266 çalışma yer almaktadır. Türkçe kaynaklarda yer alan çalışmaların adedi ise tez çalışmaları ile birlikte toplam 45 adettir. Tüm kaynaklarda yer alan çalışma sayısı 311 adet olup COVID-19 ve ders programı çizelgeleme içeren çalışma sayısı ise 3 adettir. Bu 3 adet çalışmanın tamamı yabancı kaynaklardan olup 2022 yılında yapılmıştır. Çalışmalardan 1 tanesi 2024 yılında sürüme gireceği belirtilmiştir, 1 tanesi salgının günlük kampüs hayatını nasıl etkilediğine dair düşünceleri içeren sosyolojik bir çalışmadır ve bir tanesi ise Çalışmada, iki aşamalı bir çerçeve içinde birleştirilmiş bir model önerilmiş ve öğrenci kayıt verileri kullanılarak tamsayılı optimizasyon yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, bir üniversitede, normal iki dönemlik takvim yerine üç dönemli takvime geçilmesi durumunda, her öğrencinin iki dönemde yüz yüze eğitime katılması halinde, öğrencilerin %90’dan fazlasının ders talebi karşılanabileceğine dair bir model geliştirmişlerdir.

**Çizelge 3.1.** 2000 yılı ve sonrasında yapılmış ders programı çizelgeleme ile ilgili çalışmalar

	Google Scholar Yabancı Çalışmalar	Google Scholar Türkçe Çalışmalar	YÖK TEZ (Türkçe Tez Çalışmaları)	Tüm Çalışmalar
Çalışma Yılı	Course Scheduling	Ders Programı Çizelgeleme	Ders Programı Çizelgeleme	COVID-19 ve Ders Programı Çizelgeleme (Course Scheduling)
2000	2		1	
2001	6			
2002	6			
2003	2		1	
2004	6		2	
2005	10			
2006	6		1	
2007	7			
2008	9		1	
2009	10			
2010	14		1	
2011	14	1	1	
2012	12	1	4	
2013	13	1		
2014	10	1		
2015	14	3	4	
2016	15	2		
2017	12	1		
2018	16	1	2	
2019	21	6	4	
2020	14		1	
2021	24	3		
2022	23	1	1	3
TOPLAM	266	21	24	3
GENEL TOPLAM		311		3



Şekil 3.1. 2000 yılı ve sonrasında yapılmış ders programı çizelgeleme ile ilgili çalışmalar



Badri (1996) üniversite ders çizelgeleme probleminde 0-1 tamsayılı ve iki aşamalı çok amaçlı bir yöntem kullanmış olup ilk olarak üniversite öğretim üyelerinin derslere atanmasındaki isteklerinin en büyüklenmesi ve sonraki aşamada ise derslerin istenen zaman aralıklarına atamalarının yapılması isteklerinin en büyüklenmesini amaçlamıştır.

Dimopoulou ve Miliotis (2001) hazırladıkları çalışmalarında ders ve sınav programlarının yazılım kullanılarak oluşturulması gerektiğine yoğunlaşmışlar ve bunun gerekliliğini de sürekli değişen öğrenci sayıları, öğretim üyelerinin istekleri ve zaman dilimlerine bağlı kısıtlamalar olarak göstermiştir. Sonuç olarak ise ders çizelgeleme probleminde elde ettiği çözüm ile bu çözümü sınav çizelgeleme probleminin bazı sezgisel yöntemlerle çözümünde kullanarak iki problem için de gerekli çizelgelerin oluşturulmasını sağlamıştır.

Mirrazavi ve diğerleri (2003) üniversite zaman çizelgeleme problemi için iki aşamalı bir yaklaşım geliştirmiştir. İlk aşamada dersliklere sınıfları tahsis ederken, ikinci aşamada ise her sınıfa bir zaman periyodu atamaktadır. Her iki aşama da tamsayılı hedef programlama olarak modellenmiştir. Yaklaşım, optimizasyon adımını başlatmadan önce gereksiz çözümleri kaldırmak için bir ön işleme modülü uygulamaktadır.

Burke ve Petrovic (2004) farklı alanlardaki zamanlama problemlerini ele alan kapsamlı bir eserdir. Üniversite zamanlama problemlerine odaklanan bölüm, bu problemin çözümünde kullanılan algoritmik ve modelleme yaklaşımlarını kapsar. Üniversite zamanlama problemlerinin zorluklarına ve önemine ilişkin bir genel bakışla başlar. Ardından, bu problemi çözmek için kullanılan algoritmik ve modelleme yaklaşımları ayrıntılı bir şekilde ele alınır. Çalışmada, üniversite zamanlama problemlerini çözmek için kullanılan birçok algoritma ve teknik açıklanır ve performans analizleri yapılarak, bu algoritmaların ve tekniklerin etkinliği değerlendirilir.

Daskalaki ve diğerleri (2004) birçok üniversitede DPÇP'ni ele almak için kısıtlamalar tasarlamıştır. Çözülen problemler arasında, bazı kesin sınırlamalara ek olarak, laboratuvar dersleri gibi zaman çizelgesine çoklu atama gerektiren dersleri de dikkate alan tamsayılı bir matematiksel model oluşturmuşlardır.

Daskalaki ve Birbas (2005) problem için yeni bir 0-1 tamsayı matematiksel model geliştirerek kurdukları modelde derslerin atamalarına yönelik maliyet fonksiyonu belirlemişler ve birbirini takip eden bir saatten fazla oturum gerektiren derslerin belirli bir programda atanmasından kaynaklanan maliyeti ifade eden bir öneri sunarak bu maliyeti minimize eden bir yöntem kullanmışlardır. Bu yöntem ile dersler için öğretim süreleri, haftanın günleri ve hatta dersliklerle ilgili tercihlerin memnuniyetini göz önünde bulundurarak bir model amaçlanmıştır.

Burke ve diğerleri (2006) belirli sayıda etkinliğin (dersler, sınavlar gibi) sınırlı sayıda zaman dilimine, kısıtlamaları karşılayacak şekilde tahsis edilmesi olarak ders programı çizelgelemeyi tanımlamıştır.

Chiarandini ve diğerleri (2006) üniversite ders programlama problemi için bir hibrid algoritma geliştirmiştir. Algoritma, yerel arama, tabu arama ve genetik algoritma tekniklerini bir araya getirerek, çözüm uzayındaki olası en iyi çözümleri aramaktadır. Çözüm uzayındaki en iyi çözümü aramak için önce yerel arama yöntemini kullanır. Ardından, bu çözüme ulaşmak için genetik algoritma kullanarak olası çözümleri üretir. Son olarak, tabu arama yöntemi kullanarak, daha iyi çözümleri aramak için bu çözümler arasında dolaşır.

Günalay ve Şahin (2006) hedef programlama yöntemi ile DPÇP için Elektronik Tablo Tabanlı Karar Destek Sistemi yöntemini kullanarak Harp Akademisi DPÇP'ine dair bir model tasarlamıştır. Birinci sınıf derslerine çalışmada yer vererek küçük bir örneklem üzerinde modeli kurgulamıştır. Daha sonra uygulamayı yaptıkları bu çalışmada Karar Destek Sistemi geliştirmişlerdir.

MirHassani (2006) tamsayı programlama modelini bir bölümün ders çizelgeleme probleminin çözümü için kullanmıştır. Bölümün yönetmeliğine göre, belirli derslerin belirli dönemlerde programlanması gerekmektedir. Bu gereklilik, öğrencileri öğrenime başladıkları yıla göre belirli gruplara yerleştirir ve bu herhangi bir uygun zaman çizelgesinde dikkate alınmalıdır; örneğin, öğrencilere birinci dönemde temel matematik verilirken, ikinci dönemde ise ileri düzey matematik gibi derslerin verilmesini sağlayan bir model önermiştir.

Bakır ve Aksop (2008) DPÇP'ni çözmek için önce verileri indekslere göre alt gruplara ayırarak çözüm uzayını daraltmışlar ve daha sonra problemi en uygun şekilde çözebilmişlerdir.

Chaudhuri ve De (2010) DPÇP'nin çözümü için bulanık genetik sezgisel algoritma yöntemini önermişlerdir.

Burke ve diğerleri (2012) Udine Üniversitesi'ndeki ders programlama problemi için özel bir dal-kesme algoritması geliştirmiştir. Bu algoritma, çözüm ağacı yapısını kullanarak bir arama uzayı oluşturur ve en iyi çözümü bulmak için bir dizi alt probleme ayrılır. Ayrıca, problemin özellikleri ve kısıtları doğrultusunda, bir dizi kesme kuralı geliştirilerek, arama uzayındaki geçersiz çözümlerin ortadan kaldırılması amaçlanmıştır.

Chen ve Shih (2013) üniversite ders programlama problemini çözmek için kısıtlı parçacık sürüsü optimizasyonu (particle swarm optimization) ve yerel arama (local search) yöntemlerini birleştirerek bir algoritma geliştirmişlerdir. Bu algoritma, optimizasyon problemini bir fonksiyonel uygunluk fonksiyonu olarak modeller ve bir dizi çözüm üretir. Ardından, yerel arama yöntemi kullanarak, olası en iyi çözüme yakın bir çözüm elde edilir. Çalışmanın sonuçları, kısıtlı parçacık sürüsü optimizasyonu ve yerel aramanın birleştirilmesinin, üniversite ders programlama problemlerinin çözümünde etkili olduğunu göstermektedir. Ayrıca, algoritmanın çözüm hızının da diğer yöntemlere göre daha hızlı olduğu belirtilmiştir.

Köçken ve diğerleri (2014) hazırladıkları modelde yapılacak atamaların, olabildiğince öğretim kalitesini arttıracak ve üniversitenin ilgili öğretim elemanlarının istekleri doğrultusunda hareket edecek nitelikte bir çalışma ortaya koymuşlardır.

Uçar ve diğerleri (2015) çalışmasında, öncelikle ders çizelgeleme problemi ve özellikleri ele alınmaktadır. Daha sonra, çizelgeleme problemi için bir matematiksel model geliştirilmiştir. Bu model, çok amaçlı bir karışık tamsayılı programlama modelidir. Çalışmada ayrıca, bulanık AHP (Analytic Hierarchy Process) yöntemi kullanılarak kriterlerin belirlenmesi ve ağırlıklarının belirlenmesi için bir yöntem önerilmiştir. Bu yöntem, öğrencilerin, öğretmenlerin, sınıf ve dersliklerin özelliklerinin dikkate alınmasını sağlamaktadır. Önerilen yöntem, çizelgenin kalitesinin artırılmasına ve çözümün daha uygun hale getirilmesine yardımcı olmaktadır.

Zheng ve diğerleri (2015) üniversite ders çizelgeleme probleminin seyahat mesafelerini de hesaba katan bir yaklaşımla çözümünü ele almıştır. Çalışmanın temel

amacı, öğrencilerin dersler arasında harcadıkları zamanı en aza indirerek verimli bir ders çizelgesi oluşturmaktır. Bu amaçla, tavlama benzetimi algoritması kullanılarak bir model geliştirilmiştir. Model, derslerin ve öğrencilerin farklı özellikleri, derslerin birbirleri arasındaki çakışmaları ve öğretmenlerin derslere katılım durumları gibi birçok faktörü dikkate almaktadır. Model ayrıca, öğrencilerin derslere seyahat mesafelerini de hesaba katarak, her öğrencinin dersler arasında geçirdiği süreyi minimize etmeye çalışmaktadır.

Cavdur ve Kose (2016) bulanık mantık ile 0-1 tam sayılı programlamanın da yer aldığı hedef programlama odaklı bir model ile öğrencilerin ve öğretim elemanlarının tercihleri yönünden eşit bir sınav çizelgesi oluşturmak için çalışma yapmışlardır. Sınavların önem derecesini belirlemek ve hedef programlama modelinde kullanmak için, kredi bilgileri, ders başarı oranı ve seçmeli/zorunlu oluşunu kullanarak bulanık mantık yöntemi modeli kurmuşlardır.

Demir ve Çelik (2016) müfredat bazlı akademik zaman çizelgeleme problemine tam sayılı doğrusal programlama yaklaşımı ile nasıl çözüleceğini ve bu yaklaşımın avantajlarını tartışmayı amaçlamaktadır.

Altunay ve Eren (2016) 0-1 tamsayı programlama yöntemi kullanarak öğretim üyelerinin tercihlerini olabilecek en üst düzeyde karşılamaya yönelik bir model geliştirerek en uygun çözüme ulaşmışlardır.

Perera ve diğerleri (2016) üniversite ders programlama problemine çözüm bulmak için graf boyama ve tamsayı doğrusal programlama tekniklerini kullanan bir model önermektedir. Üniversite ders programlama problemi, bir graf yapısı olarak modellenmiş ve graf boyama tekniği kullanarak derslerin zaman çizelgesi oluşturulmuştur. Daha sonra, bu model, tamsayı doğrusal programlama kullanarak optimize edilmiştir. Model, her dersin bir düğüm olarak temsil edildiği ve renklerin derslerin farklı zaman dilimlerindeki düğümlere atandığı bir graf yapısı ile başlamaktadır. Graf boyama tekniği, farklı renklerin aynı düğüme atanmasını önleyerek, her dersin farklı bir zaman diliminde yer almasını sağlar. Daha sonra, bu graf yapısı, tamsayı doğrusal programlama kullanılarak optimize edilir. Model, ders programlaması için çözüm önerileri sunar ve derslerin mümkün olan en az sayıda çakışma ile programlanmasını sağlar.

Taş ve diğerleri (2018) 0-1 tamsayı programlama ile öğretim üyelerinin memnuniyetini göz önünde bulundurarak bir model kurmuşlardır ve modelde öğrencilerin istekleri kısıt olarak değerlendirilmiştir. Amaçlarından biri uygun ders programı oluşturulurken seçmeli derslerin çakışma sayısını en aza indirerek öğrencilerin seçenek sayısını artırmaktır.

Song ve diğerleri (2018) DPÇP'ni çözmek için yinelemeli bir yerel arama algoritması geliştirerek sıkı kısıtlarına ek olarak, her dersin teknik olarak atanabilir bir sınıfa ve saat dilimine atanmasına ilişkin sıkı kısıtlamaları gevşetmiş ve atanmamış olası birkaç derse esnek bir kısıt olarak eklemiştir.

Yasari ve diğerleri (2019) iki aşamalı stokastik programlama yöntemi ile üç amaçlı derslerin iptal ve erteleme olabileceği durumlar ile ilgili bir DPÇP'ni ele almıştır.

Ceylan ve diğerleri (2019) geliştirdiği HP modeli ile iki farklı amaca ulaşmak istemiştir. Birinci amaç için sınavlara giren öğrencilerin başarısını maksimize ederek bununla birlikte geçmiş senelerin ders başarı yüzdelerini de dikkate alarak aynı güne atanan başarı oranı düşük sınavların birbirine yakın saat dilimlerine atanmasını engelleyen ceza matrisi kullanılmış ve birinci amaç fonksiyonu minimize edilmeye çalışılmıştır.

Yurtsal ve Kaynar (2019) yaptıkları çalışmada bir fakülteye ait 9 bölümün bilgilerini içeren bir dosyada bulunan bilgilerin değiştirilerek farklı eğitim kurumlarına uygulanabileceği bir program hazırlamıştır.

Tavakoli ve diğerleri (2020) üniversite ders programlama problemini çözmek için yeni bir sezgisel algoritma önermektedir. Bu algoritma, derslerin kalitesini de dikkate alarak bir çözüm üretir. Çalışmada, öncelikle üniversite ders programlama problemi tanımlanmış ve literatürdeki diğer çalışmalar incelenmiştir. Daha sonra, derslerin kalitesini de dikkate alan bir sezgisel algoritma önerilmiştir. Bu algoritma, derslerin kalitesine göre bir öncelik sırası belirleyerek derslerin zaman çizelgesini oluşturur. Algoritmanın performansı bir vaka çalışması üzerinde test edilmiştir. Sonuçlar, önerilen algoritmanın üniversite ders programlama problemini başarıyla çözdüğünü ve diğer benzer çalışmalardan daha iyi sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Khamechian ve Petering (2021) DPÇP'nde, öğrencinin zamanında mezun olmasını sağlayan bir ders programı tasarlaması ile ilgili çalışma yapmışlardır. Bir bölümün ders çizelgesi planlama probleminde, öğrencilerin zamanında mezuniyetini

kolaylaştırmak için bir akademik bölümün hangi yarıyılıda hangi dersleri sunacağına karar vermesi gerektiği ile ilgili bir çalışma yapmışlardır.

Zhang ve Wang (2021) bir ders programlama sistemi önermektedir. Bu sistem, ders programlama sorununu çözmek için bir yapay zeka yaklaşımı olan örnek temelli akıl yürütme kullanmaktadır. Çalışma, ders programlama sorununu analiz etmek ve çözmek için bir çerçeve sunmaktadır. Sistemin temelinde, önceden çözülmüş benzer ders programlama problemlerinin bir veritabanı yer almaktadır. Bu veritabanı, yeni bir ders programlama problemi için bir model oluşturmak için kullanılabilir. Örnek temelli akıl yürütme yöntemi, bu modele dayanarak benzer sorunları çözmek için kullanılır.

Barnhart ve diğerleri (2021) COVID-19 pandemisi sırasında üniversitelerin karşılaştığı kaynak kıtlığı sorununa odaklanarak, ders müfredatı planlama ve ders çizelgeleme problemlerinin nasıl ele alınabileceğini incelemektedir. Çalışmada, iki aşamalı bir çerçeve içinde birleştirilmiş bir model önerilmiş ve öğrenci kayıt verileri kullanılarak tamsayı programlama yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, Massachusetts Institute of Technology örneğinde, normal iki dönemlik takvim yerine üç dönemli takvime geçilmesi durumunda, her öğrencinin iki dönemde yüz yüze eğitime katılması halinde, öğrencilerin %90'dan fazlasının ders talebi karşılanabilecektir. Sloan School of Management örneğinde ise, yeni bir çizelge üretilmiş ve dört kat azalmış sınıf kapasitesine rağmen, Sloan öğrencilerinin üçte ikisi en az yarısında yüz yüze öğrenim fırsatı bulmuştur. Bu çalışma, pandemi döneminde birçok üniversitenin benzer sorunlarla karşılaşabileceği ve tamsayı programlama yöntemlerinin bu tür problemlerin çözümünde kullanılabileceği konusunda fikir vermektedir.

Bu çalışmalar gibi birçok DPÇP ile ilgili çalışma yer almaktadır. Ancak çalışmamızın ilgilendiği bölümleri içeren çalışmalar bunlardır. Literatür araştırması kapsamında tekrar eden kısıtlar mevcuttur. Bu kısıtlardan sıkı olanlarının bazıları şu şekildedir.

- Bir öğretim elemanı aynı saatte sadece 1 ders verebilir.
- Bir öğretim elemanının istemediği ders günleri mevcuttur.
- Öğretim elemanı haftalık ders saati süresini mutlaka doldurmalıdır.

- Öğretim elemanının bir günde vereceği ders saati sayısı olmalıdır.
- Öğle arası belirlenen saatlere ders ataması yapılamaz.
- Öğrenci grubu bir günde belirli saat süresince öğrenim görebilir.
- Öğretim gruplarının derslerinin başlama saatlerinin sınırı olmalıdır.
- Bir öğrenci grubunun aynı anda iki dersi bulunamaz.
- Bir öğrenci grubuna haftalık atanması gereken ders saati kadar ders ataması yapılmalıdır.
- Her ders bir zaman diliminde bir dersliğe atanmalıdır.
- Ardışık işlenmesi gereken dersler belirlenerek oturumlara göre atamaları yapılmalıdır.
- Derslikler derse uygun sınıflara atanmalıdır.
- Dersler haftalık ders saatinin süresi kadar atanmalıdır.
- Tüm derslerin ataması yapılmalıdır.
- Zorunlu dersler ile seçmeli derslere sahip olabilecek öğrenci gruplarının dersleri çakışmamalıdır.
- Bir öğretim grubunun dersleri aynı saatlere atanamaz.
- Dışarıdan gelen öğretim elemanlarının diğer bölümlerde de dersleri gözetilerek çizelgeye önceden belirli saate atanmalıdır.
- Öğretim elemanının başka bölümlere ders vermesi gibi zorunlu hallerden dolayı oluşan belirli gün ve zaman aralığına atanmalıdır.
- Bir ders sadece bir öğretim elemanı tarafından verilir.
- Dersin verileceği derslik, ders tipine uygun olmalıdır.
- Dersin verileceği derslik kapasitesi öğrenci sayısını karşılamalıdır.

Literatürden edinilen bilgiler ışığında, pandemi dönemi ile birlikte UE programlarının yaygınlaştığı, dolayısı ile uzaktan öğretim için dikkate alınacak kriterlerin örgün öğretime göre farklılaştığı görülmektedir. Değişen şartlar eşliğinde üniversitelerde kullanılabilir direkt UE ders programı çizelgelemesi ile ilgili literatürde çalışmaya rastlanmamış olup bu çalışmanın literatürdeki bu boşluğa katkı

sağlayacağı düşünülmektedir.

Ele alınan problemde pandemi ve afet döneminde verilen araların henüz tamamen bir uzaktan eğitim çizelgesi planı olmadığı için üniversitelerde planlamadan önce bir zaman boşluğu oluşmuştur. İnsanların da sağlıklarının korunması için uygulanan mesafe kuralının gerçekleşmesi ve salgın hastalığın azalması itibariyle yüz yüze eğitime geçilene kadar öğrenciler kendi evlerinden derslere katılım zorunluluğunda bulunmuşlardır. Bu doğrultuda bu probleme ilişkin ele alınan modeller için öğrencilerin ve öğretim elemanlarının da isteklerinin dikkate alınarak ortaya konulan varsayımlar sonucu üstte yer alan sıkı kısıtlar bu dönem için değişerek farklı bir yapıya dönüşebilmektedir.

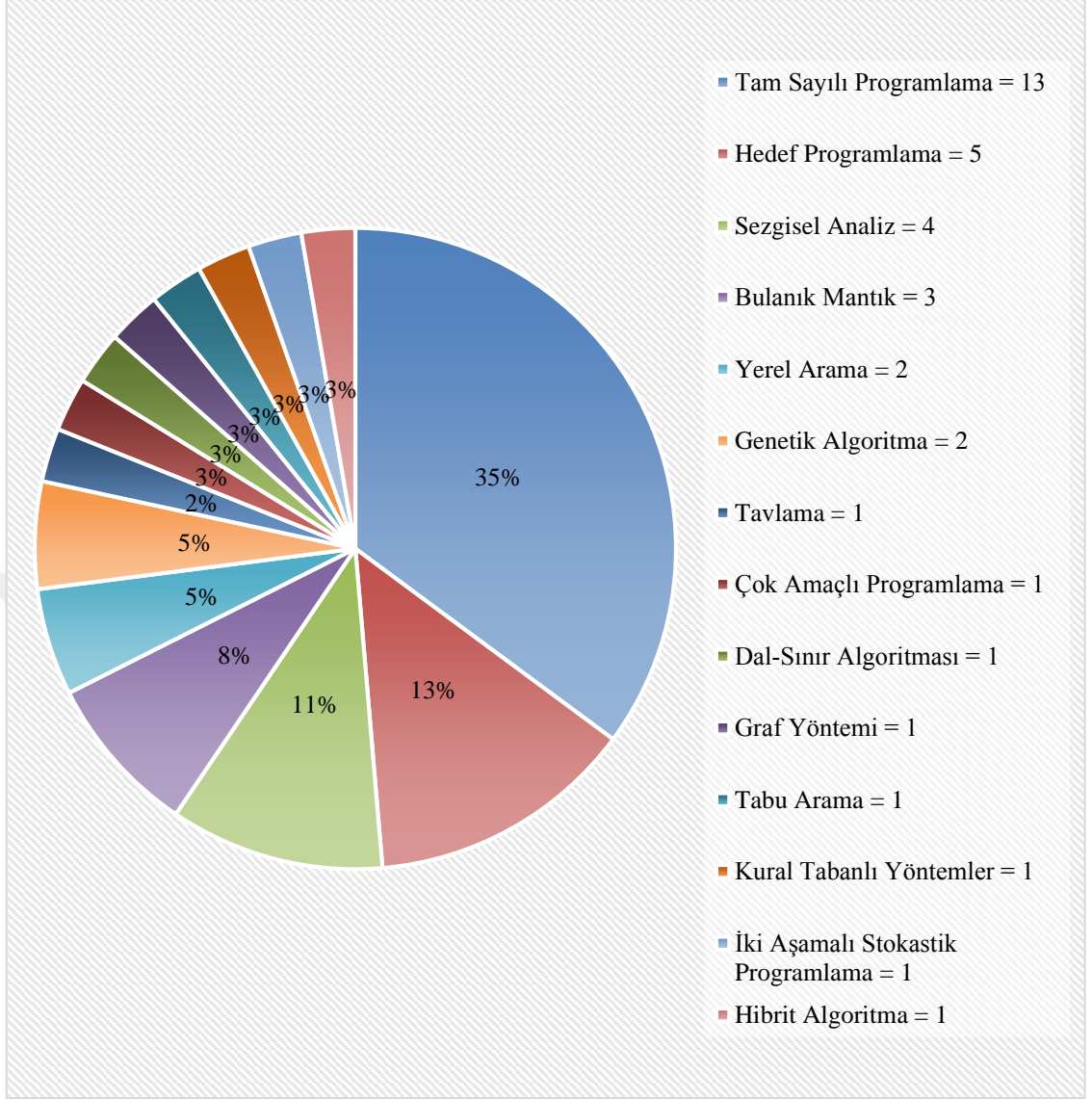
Geleneksel sıkı kısıtlara ek olarak şu kısıtları literatüre ekleyerek ilerleyen dönemlerde uzaktan eğitime geçilmesi durumunda bu kısıtların kullanılabilirliği oluşacaktır.

- Öğrenci gruplarının istemedikleri saatler ve bu saatlerin zorluk derecelerine göre atanabilse dahi en yakın saat aralığına atanmalıdır.
- Hafta sonu günlere ders atanabilir ancak az sayıda öğrencinin olduğu derslerin atanmasını sağlayacak kısıt yer almaktadır.
- Haftanın tüm günlerine ders atanabilir.
- Şubelerin kendi aralarında sınıflandırılarak ve bu sınıflandırma içerisinde derslerin zorluklarının belirlenerek, zor olan derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak şekilde çizelge oluşmalıdır.



Çizelge 3.2. Literatür araştırmasında tespit edilen yöntemler

	Bulamık AHP	Bulamık Yöntem	Çok Amaçlı Programlama	Dal-Kesme Algoritması	GA	Graf Boyama	HP	Hibrit Algoritma	İki Aşamalı Stokastik Programlama	Kural Tabanlı Yöntemler	Sezgisel Yöntem	Tabu Arama	Tam Sayılı Programlama	Tavlama Algoritması	Yerel Arama
Badri (1996)			X												
Dimopoulou ve Miliotis (2001)											X				
Mirravazi ve diğerleri (2003)							X						X		
Burke ve Petrovic (2004)					X							X			
Daskalaki ve diğerleri (2004)													X		
Daskalaki ve Birbas (2005)													X		
Chiarandini ve diğerleri (2006)								X							
Burke ve diğerleri (2006)											X				
Günalay ve Şahin (2006)											X				
MirHassani (2006)													X		
Bakır ve Aksop (2008)													X		
Chaudhuri ve De (2010)		X			X						X				
Burke ve diğerleri (2012)				X											
Chen ve Shih (2013)															X
Köçken ve diğerleri (2014)													X		
Uçar ve diğerleri (2015)	X												X		
Zheng ve diğerleri (2015)														X	
Cavdur ve Kose (2016)		X					X								
Perera (2016)						X							X		
Altunay ve Eren (2016)													X		
Demir ve Çelik (2016)													X		
Taş ve diğerleri (2018)													X		
Song ve diğerleri (2018)															X
Yurtsal ve Kaynar (2019)					X										
Ceylan ve diğerleri (2019)							X								
Yasari ve diğerleri (2019)									X						
Tavakoli ve diğerleri (2020)											X				
Alakaş ve Yazıcı (2021)							X								
Suqi ve Xinxin (2021)										X					
Barnhart ve diğerleri (2021)													X		
Khamechian ve Petering (2021)													X		
Bu çalışma (2023)							X								



**Şekil 3.2.** Literatür araştırmasında tespit edilen yöntemler

Literatür araştırmasında edinilen bilgiler doğrultusunda yapılan çalışmaların çoğunluğu tam sayılı programlama ile gerçekleştirilmiştir. Tam sayılı programlama kesin sonuç veren yöntemler arasında yer almaktadır. Çalışmada kullandığımız yöntem olan hedef programlama yöntemi ise kesin sonuç veren yöntemler arasında yer almaktadır.

## 4. HEDEF PROGRAMLAMA

Kurumsal firmalar, yaptıkları işin kârını artırmak isterken maliyetlerinin en aza indirilmesi, piyasadaki hacminin artması ve ortaya konan ürünün devamlılığının sağlanması gibi farklı amaçlar edinmektedir.

HP karar verme problemlerinin çözümünde kullanılan ve bütün özellikleri belirli olan hedeflere yönelik karar vericinin hedeflerine ulaşılmasında hedeften sapmaları minimize etmek için kullanılan analitik bir yöntemdir (Alakaş ve Yazıcı, 2021).

“HP modeli, çok amaçlı programlama modellerinin bir türüdür. HP modelinde, amaç fonksiyonları için ulaşılmak istenen erişim değerlerini(hedefleri) karar vericinin belirlemesi ve her bir hedef fonksiyonu için sapma değişkenlerinin tanımlanması gerekir.” (Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Akademik Veri Yönetim Sistemi)

HP yöntemi, matematiksel modelleme yaklaşımlarının yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerindendir. Diğer matematiksel yöntemlerden en büyük farkı, karar vericiye alternatif sonuçlar da sunabilmesidir (Koçtepe vd., 2021).

“Sapma değişkenleri, hedef fonksiyonlarının erişim düzeylerinden ne kadar uzaklaştığının ölçülmesini sağlar. Sapma değişkenleri, negatif ve pozitif sapma olarak iki kısımda ele alınır.” (OMÜ, AVYS)

“ $d_i^-$  değişkeni ile ifade edilen negatif sapma değişkeni sıfırdan farklı bir değer aldı ise ilgili hedef için belirlenen erişim düzeyinin altında bir değere ulaşıldığı;  $d_i^+$  ile gösterilen pozitif sapma değişkeni sıfırdan farklı bir değer aldı ise ilgili hedef için belirlenen erişim düzeyinin aşıldığı söylenebilmektedir.” (OMÜ, AVYS)

“Eğer ilgili hedef için pozitif ve negatif sapma değişkenlerinin değeri sıfır ise, belirlenen erişim düzeyine tam olarak ulaşıldığı anlaşılır. Bir hedeften eş zamanlı olarak tek bir sapma söz konusu olduğu için, sapma değişkenlerinin negatif değer almaması gerekir. HP modelinde; hedefler için belirlenen erişim düzeylerinden oluşabilecek istenmeyen sapmalar minimize edilir. Model genel olarak aşağıdaki gibidir.” (OMÜ, AVYS)

## Parametreler

Q: Hedef sayısı

Hedef sayısı maksimize edilecek veya minimize edilecek olan amaç fonksiyonudur. Amacı, amaç fonksiyonunu en uygun şekilde optimize etmek için değişkenlere uygun değerler atamaktır.

P: Kısıt sayısı

Hedef Programlama modelindeki kısıt sayısı değişebilir ve modelin karmaşıklığına bağlıdır. Kısıtlar, modeldeki karar değişkenlerinin izin verilen değerlerini sınırlar. Özellikle büyük ve karmaşık modellerde birçok kısıt olabilir, ancak HP modelleri genellikle sınırlı sayıda kısıtla tanımlanır.

M: Karar değişkeni sayısı

Hedef programlama modelindeki karar değişkeni sayısı, modelin karmaşıklığına, uygulama alanına ve problemdeki değişkenlerin sayısına bağlı olarak değişebilir. HP modellerinde, tipik olarak birkaç karar değişkeni bulunur. Ancak, büyük ölçekli HP problemleri, binlerce hatta milyonlarca karar değişkenine sahip olabilir.

Z: Amaç Fonksiyonu

HP modelinde amaç fonksiyonu, HP probleminin optimize edilmesini sağlayacak hedefi ifade eden matematiksel bir ifadedir. Amaç fonksiyonu genellikle doğrusal bir fonksiyon olarak ifade edilir ve HP probleminin çözümünde maksimize edilmesi veya minimize edilmesi gereken bir ölçüdür.

$X_{ij}$ : j.işin i. Kaynak tüketim miktarı

$D_j$ : j.işin karar değişkeni

HP modelinde, karar değişkenleri, HP probleminde optimize edilecek hedefi etkileyen değişkenlerdir. Bu değişkenler, HP modelinin çözümü sırasında değerleri belirlenecek olan ve genellikle doğrusal bir ilişki içinde bulunan niceliklerdir.

Örneğin, bir üretim şirketinin HP modelindeki karar değişkenleri, üretilecek her bir ürünün miktarı, kullanılacak ham madde miktarı, üretimde kullanılacak işçi sayısı, vb. gibi üretim sürecinin belirleyici nicelikleri olabilir. Bu karar değişkenlerinin, amaç fonksiyonunu optimize etmek ve kısıtları sağlamak için uygun değerleri bulunarak belirlenmesi gerekmektedir.

$F_j$ : Max kaynak miktarı

Hedef Programlama (HP) modelinde, maksimum kaynak miktarı, bir kaynağın sınırlı bir kapasitesi olduğunda veya bir ürünün maksimum üretim miktarı olduğunda kullanılabilir

$d_i^-$  ve  $d_i^+$  sapma değişkenleri

HP modelinde, sapma değişkenleri, kısıtlamaların ne ölçüde ihlal edildiğini ölçen ve HP probleminin çözümü sırasında kullanılan değişkenlerdir.

Sapma değişkenleri, modeldeki her bir kısıt için ayrı ayrı tanımlanır. Bir kısıtı ifade eden bir eşitsizlik, kısıtın tam olarak sağlanamadığı durumlarda bir sapma değişkeniyle genişletilir. Sapma değişkenleri, modelin çözümü sırasında optimize edilmez, ancak sonuçların yorumlanmasında önemli bir rol oynar.

Örneğin, bir üretim şirketi, bir ürünün belirli bir dönemde üretilebilecek maksimum miktarını belirleyen bir kısıtlama koyabilir. Ancak, belirli nedenlerden dolayı, bu kısıtlama tam olarak sağlanamayabilir ve üretim miktarı belirli bir miktarda sapma gösterebilir. Bu sapma, HP modelinde bir sapma değişkeni olarak ifade edilebilir ve sonuçların doğru yorumlanması için önemlidir.

#### Amaç Fonksiyonu

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^Q (d_i^- + d_i^+) \quad (4.1)$$

Örneğin, bir üretim şirketi, bu HP modelini kullanarak üretim maliyetlerini minimize etmek istediğinde, amaç fonksiyonu toplam üretim maliyetlerini ifade edebilir. Bu amaç fonksiyonu, üretim miktarına ve üretim için kullanılan kaynaklara bağlı olarak değişen lineer bir fonksiyon olabilir.

#### Hedef Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^M (X_{ij} D_j - d_i^- + d_i^+) = F_j \quad \forall i = 1 \dots Q \quad (4.2)$$

HP modelinde, hedef kısıtları, hedef fonksiyonunun optimum değerine ulaşılmasını sağlamak için kullanılan kısıtlamaların bir alt kümesidir. Hedef kısıtları, bir HP modelinin hedefini daha doğru bir şekilde yansıtmak için kullanılır ve genellikle karar değişkenleri arasındaki özel ilişkileri belirtir.

Hedef kısıtları, amaç fonksiyonunun optimum değerine ulaşmak için karar değişkenleri üzerinde ek kısıtlamalar getirir. Bu kısıtlamalar, bazen amaç

fonksiyonunun optimum değerini doğrudan etkilemez, ancak modelin uygulanması sırasında daha az riskli veya daha uygun bir çözüm üretilmesini sağlar. Hedef kısıtları, modeldeki değişkenlerin belirli değerlerde olması gerektiğini veya belirli bir ilişkiyi koruması gerektiğini ifade edebilir.

Örneğin, bir üretim şirketi, HP modelindeki hedef kısıtları kullanarak üretim hattındaki belirli bir işlem için gereken minimum üretim miktarını ifade edebilir. Bu hedef kısıt, üretim şirketinin müşteri taleplerini karşılamak için belirli bir üretim miktarının altına düşmemesini sağlayabilir. Hedef kısıtlarının kullanımı, HP modelinin daha gerçekçi ve uygulanabilir olmasına yardımcı olabilir.

### Sistem Kısıtları

$$\sum_{j=1}^M X_{ij} D_j = F_j \quad \forall i = Q + 1 \dots Q + P \quad (4.3)$$

$$d_i^-, d_i^+, D_j \geq 0, \quad \forall i, j \quad (4.4)$$

HP modelinde sistem kısıtları, bir sistemin performansını etkileyen kısıtlamaların bir alt kümesidir. Bu kısıtlamalar, HP modelindeki amaç fonksiyonunu optimize etmek için kullanılırken, sistem kısıtları belirli bir kapasite sınırlaması veya fiziksel engel gibi doğal bir kısıtlamayı ifade eder.

Sistem kısıtları, belirli bir sistemi yöneten faktörleri belirlemeye yardımcı olur ve karar değişkenlerinin değerleri için belirli kısıtlamalar getirir. Bu kısıtlamalar, sistemdeki işlemlerin, kaynakların veya malzemelerin kapasitesini aşmamasını veya diğer doğal kısıtlamaları karşılamasını sağlar. HP modelindeki kısıtlamaların tamamının alt kümesidir ve genellikle doğal kısıtlamaları yansıtır. HP modelinin daha gerçekçi ve uygulanabilir olmasına yardımcı olur ve bir sistemin performansını iyileştirmek için alınabilecek adımları belirlemeye yardımcı olur.

Örneğin, bir üretim şirketi, HP modelindeki sistem kısıtları kullanarak üretim hattındaki belirli bir işlem için kullanılabilir kaynakların kapasitesini ifade edebilir. Bu sistem kısıtlaması, üretim şirketinin belirli bir üretim miktarına ulaşmak için yalnızca belirli bir miktar kaynağa sahip olduğunu gösterir. Sistem kısıtları, üretim şirketinin belirli bir üretim miktarına ulaşırken mümkün olan en yüksek verimi elde etmesine yardımcı olur.

Sonuç olarak bu çalışmada bu yöntemi kullanmamızın nedeni hedef programlamanın, bir karar verme durumunda birden fazla ve çelişkili hedefin veya

amaçların gerçekleştirilmesi gerektiğinde kullanılan bir karar verme aracı olması ile birlikte karar vericilere, hedefleri göreceli önemlerine göre önceliklendirmelerine ve her bir hedef için istenen sonuçtan sapmayı en aza indiren bir çözüm bulmalarına olanak tanımasından dolayı kullanılmıştır.



## 5. MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ UZAKTAN EĞİTİM DERS PROGRAMI

Bu bölümde, gerçekleştireceğimiz çalışmanın adımlarına ilişkin içerikler yer almaktadır. Uygulamanın ne amaçla ve hangi problem doğrultusunda ele alındığına ilişkin tanımlamaların bulunduğu kısım ilk bölümde “Problem Tanımı” kısmında yer almaktadır.

Uygulamanın ikinci adımında ise belirlenen problemin çözülmesi için gereken verilerin neler olduğuna ilişkin bilgiler yer almaktadır. Elde edilen veriler sonrası üçüncü adımda problemin yer aldığı çerçevede gerçekleşen veya gerçekleşebilecek varsayım ve kabuller doğrultusunda problem için kurulacak modele ilişkin bilgiler bulunmaktadır.

Dördüncü adım ise problemin hangi yöntem ile çözüldüğü, bu yöntemin değişkenleri nelerdir, yöntem neden kullanılmıştır gibi soruların cevabının olduğu bölümdür.

Uygulama için gereken yöntem, veriler, varsayımlar ve tanımlanan bir problemin çıktısının sonuca varacağı adım olan uygulama bölümünde karar değişkenleri, kısıtlar, indisler, kümeler ve amaç fonksiyonlarının yer aldığı ve bu doğrultuda çözülen problemin çıktılarının yer aldığı bölümdür. Uygulama 3 ayrı modelden oluşmaktadır.

Modelde toplam 3 adet karar değişkeni, 3 adet amaç fonksiyonu, 17 adet kısıt yer almaktadır. Ayrıca problem, ILOG programında yer alan CPLEX çözücüsü ile Intel Core i7-4700M, 2.40 GHz, 8GB RAM ve 64 bit işletim sistemine sahip bilgisayarda 12 saatte çözümlenerek sonuçlar elde edilmiştir.





**Şekil 5.1.** Uygulama akış şeması

## 5.1. Problem Tanımı

Bu tez çalışmasında UE DPÇP ele alınmıştır. Problemin ele alınmasındaki neden ise literatürde konu ile ilgili bir boşluk bulunması ve bunun doldurulmaya çalışılması ile birlikte pandemi ve afet sürecinde yaygınlaşan bu UE sistemi için bir modele rastlanmamasıdır.

KÜ Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi'nde her dönem 14 haftalık dersler işlenmek üzere 2 öğrenim döneminden oluşmaktadır. Sekiz ayrı bölüm aynı binayı paylaşmaktadır. Her dönem, tüm bölümler için ayrı ayrı derslik çakışması yaşanmayacak şekilde ve derslik kapasiteleri gibi kısıtları dikkate alarak hazırlanması gereken çizelgelere gerek duyulmaktadır. UE döneminde bu kısıtlardan derslik ve kapasite sınırı kalkmış olup derslik yerine dersin işleneceği sanal derslikler bulunmaktadır.

Çalışmada önerilen model KÜ EM Bölümüne ait veriler ile test edilmiştir. UE ders programı problemi modelinin hazırlanması için bölümün 2020–2021 güz dönemi dersleri dikkate alınarak çizelge hazırlanmıştır. Pandemi döneminin başlangıcını içerdiği için bu dönemin dersleri dikkate alınmıştır.

UE programlarının pandemi döneminde artması ile birlikte ve yaşanabilecek afet dönemlerinde alışılmış ders programı çizelgeleme problemlerinden farklı olarak sanal sınıf ortamlarına uygun belirlenen kısıtlar ve model doğrultusunda çizelge oluşturulmuştur. Derslerin en verimli şekilde işlenebilmesi öğrencilerin hafta sonu daha az dersin atandığı ve hafta içi belirlenen saatlere atanan çizelgeler ile birlikte öğretim elemanlarının isteklerinden oluşturulmuştur.

## 5.2. Verilerin Toplanması

Bölümde birinci öğretim ve ikinci öğretim olmak üzere iki programda eğitim verilmektedir. Birinci öğretim ve ikinci öğretim öğrencileri de dönemlere ayrılarak toplamda 8 şubeye eğitim olanağı sağlanmaktadır (1. Sınıf birinci öğretim, 1. Sınıf ikinci öğretim, 2. Sınıf birinci öğretim, ..., 4. Sınıf ikinci öğretim).

UE verilecek dersler haftanın tüm günlerinde sabah 8:00 ile 22:00 arasında olup 28 zaman diliminde verilebilmektedir. Her ders 30 dk. sürmektedir. Şubelerin ders zamanlarının bir ayrımı yoktur.

Dersler UE merkezi tarafından sağlanan sanal sınıflarda verilmektedir. Birinci öğretime bir adet ve ikinci öğretime bir adet olmak üzere iki adet sanal sınıf bölüm dersleri için ayrılmıştır. Yani birinci öğretime ait dört şube bir sanal sınıfta eğitim alacaktır, ikinci öğretime ait dört şube bir sanal sınıfta eğitim alacaktır. Çizelge 5.1. üzerinde yer alan verilerde bölümdeki güz yarıyılı derslerine ilişkin veriler yer almaktadır.

**Çizelge 5.1. Endüstri Mühendisliği Bölümü güz yarıyılı dersleri**

Dersler	Sınıf	Ders Türü
Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları (E.M.O.Y)	1.Sınıf	Z
Genel Ekonomi	1.Sınıf	Z
Davranış Bilimlerine Giriş	1.Sınıf	Z
Teknik Resim	1.Sınıf	Z
Fizik 1	1.Sınıf	Z
Mühendisliğe Giriş	1.Sınıf	Z
Matematik 1	1.Sınıf	Z
Türk Dili ve Edebiyatı 1	1.Sınıf	Z
İngilizce 1	1.Sınıf	Z
İş Etüdü	2.Sınıf	Z
Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	2.Sınıf	Z
Olasılık	2.Sınıf	Z
Bilgisayar Programlama 1	2.Sınıf	Z
Maliyet Muhasebesi 1	2.Sınıf	Z
İş Sağlığı ve Güvenliği 1 (İSG)	2.Sınıf	Z
Lineer Cebir	2.Sınıf	Z
Benzetim	3.Sınıf	Z
Yönetim Bilgi Sistemleri	3.Sınıf	Z
Yöneylem Araştırması 1	3.Sınıf	Z
Üretim Planlama 1	3.Sınıf	Z
İşletmelerde İletişim	3.Sınıf	Z
Malzeme Bilgisi (3. Sınıf)	3.Sınıf	Z
Gönüllülük Çalışmaları	3.Sınıf	Z
Üretim Sistemleri	4.Sınıf	Z
Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi (M.E ve Y.A)	4.Sınıf	Z
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	4.Sınıf	Z
Montaj Hattı Dengeleme	4.Sınıf	S
Mühendislikte Deney Tasarımı (M.D.T)	4.Sınıf	S
Enerji Sistemleri Planlaması	4.Sınıf	S
Oyun Teorisi	4.Sınıf	S
Simülasyonla Vaka Analizi	4.Sınıf	S
Yalın Altı Sigma	4.Sınıf	S
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler (Y.Z ve U.S)	4.Sınıf	S
Çizelgeleme	4.Sınıf	S

EM Bölümünde öğretim programında 1. Sınıflar için 9, 2. Sınıflar için 7, 3. Sınıflar için 7, 4. Sınıflar için ise 3 ders zorunlu ve 8 ders seçmeli olmak üzere toplamda 34 ders verilmektedir. Çizelge 5.1’de Z ile belirtilen dersler zorunlu dersler, S ile belirtilen dersler ise seçmeli derslerdir.

KÜ EM Bölümünde 11’i dışardan ve 9’u bölüm içi olmak üzere 20 öğretim elemanı eğitim vermektedir. Her bir ders için haftalık ders saati, derste görevli öğretim elemanı ve dersi alan öğrenci sayılarına ilişkin veriler Çizelge 5.3. ve Çizelge 5.4’de verilmiştir.

**Çizelge 5.2. Zaman dilimi zorluk puanları**

Erken Zaman Dilimleri	Zaman Dilimi Zorluk Puanları	
		08:00 – 08:30
	08:30 – 09:00	5
	09:00 – 09:30	4
	09:30 -10:00	4
	10:00 -10:30	3
	10:30 – 11:00	3
	11:00 – 11:30	2
	11:30 – 12:00	2
	12:00 – 12:30	1
Geç Zaman Dilimleri	19:00 – 19:30	1
	19:30 – 20:00	2
	20:00 – 20:30	3
	20:30 – 21:00	4
	21:00 – 21:30	5
	21:30 - 22:00	5

Çizelge 5.2’de yer alan bilgilerde erken saatlerde derslerin başlaması ve geç saatlere ders kalma durumu için belirlenen zorluk puanlarının yer aldığı görülmektedir. Sabahın ilk saatleri ve akşam geç saatlerde derslere odaklanmak güç olduğu bilinmekte ve uzman görüşleri ile birlikte en yüksek zorluk derecelerine sahip zaman dilimleri olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 5.3. Birinci öğretim derslerine ait bilgiler**

Dersler	Öğretim Elemanı	Ders Saati	Öğrenci Sayısı	Dersler	Öğretim Elemanı	Ders Saati	Öğrenci Sayısı
Davranış Bilimlerine Giriş	A1	2	54	Genel Ekonomi	A12	2	67
Üretim Sistemleri	A2	3	100	Türk Dili ve Edebiyatı 1	A13	2	41
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	A2	3	20	İngilizce 1	A14	2	38
E.M.O.Y	A3	3	57	Benzetim	A15	3	111
Enerji Sistemleri Planlaması	A3	3	21	Simülasyonla Vaka Analizi	A15	3	14
Lineer Cebir	A4	3	112	Olasılık	A16	3	84
Fizik 1	A5	4	68	M.D.T	A16	3	21
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	A6	2	76	Teknik Resim	A17	4	76
Matematik 1	A7	4	110	Maliyet Muhasebesi 1	A18	3	87
Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	A8	3	66	Yönetim Bilgi Sistemleri	A18	3	92
Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	A8	3	87	M.E ve Y.A	A18	3	84
İSG	A9	1	63	Üretim Planlama 1	A19	3	91
İş Etüdü	A10	4	91	Oyun Teorisi	A19	3	21
Montaj Hattı Dengeleme	A10	3	21	Çizelgeleme	A19	3	14
Mühendisliğe Giriş	A11	2	60	Yöneylem Araştırması 1	A20	3	139
Bilgisayar Programlama 1	A11	4	102	Yalın Altı Sigma	A20	3	20
İşletmelerde İletişim	A11	2	33				
Gönüllülük Çalışmaları	A11	3	32				

Çizelge 5.4. İkinci öğretim derslerine ait bilgiler

Dersler	Öğretim Elemanı	Ders Saati	Öğrenci Sayısı	Dersler	Öğretim Elemanı	Ders Saati	Öğrenci Sayısı
Davranış Bilimlerine Giriş	A1	2	77	Genel Ekonomi	A12	2	82
Üretim Sistemleri	A2	3	74	Türk Dili ve Edebiyatı 1	A13	2	74
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	A2	3	18	İngilizce 1	A14	2	18
E.M.O.Y	A3	3	83	Benzetim	A15	3	110
Enerji Sistemleri Planlaması	A3	3	21	Simülasyonla Vaka Analizi	A15	3	17
Lineer Cebir	A4	3	109	Olasılık	A16	3	87
Fizik 1	A5	4	89	M.D.T	A16	3	17
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	A6	2	62	Teknik Resim	A17	4	96
Matematik 1	A7	4	115	Maliyet Muhasebesi 1	A18	3	98
Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	A8	3	71	Yönetim Bilgi Sistemleri	A18	3	95
Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	A8	3	87	M.E ve Y.A	A18	3	75
İSG	A9	1	75	Üretim Planlama 1	A19	3	104
İş Etüdü	A10	4	97	Oyun Teorisi	A19	3	19
Montaj Hattı Dengeleme	A10	3	19	Çizelgeleme	A19	3	10
Mühendisliğe Giriş	A11	2	87	Yöneylem Araştırması 1	A20	3	128
Bilgisayar Programlama 1	A11	4	106	Yalın Altı Sigma	A20	3	19
İşletmelerde İletişim	A11	2	35				
Gönüllülük Çalışmaları	A11	3	27				

### 5.3. Varsayımlar

UE sisteminde, 5 gün hafta içi eğitim yerine 7 gün boyunca haftanın her günü eğitim verilebilmektedir. Ancak bu durum ileride UE sisteminden örgün sisteme geçişte yaşanabilecek olası problemleri ortadan kaldırmak için hafta sonuna olabildiğince az ders ataması yapılmak istenmektedir.

- Birinci öğretim öğrencilerine akşam saat 19.00'dan sonra ve ikinci öğretim öğrencilerine ise saat 12:30'dan önce ders atanması istenmemektedir.
- Normal ve ikinci öğretim için birer sanal sınıf verilecektir.
- Yüz yüze eğitimde 45 dakika olan her bir dersin, sanal sınıfta 30 dakika yapılması gerekmektedir.
- Sanal sınıflarda yoğunluk oluşmaması için dersler Cumartesi ve Pazar günleri de yapılabilmektedir.
- Her bir dersin atandığı zaman diliminde o dersi verecek öğretim elemanının başka bir dersi olmaması gerekmektedir.
- Aynı zaman diliminde normal ve ikinci öğretim dersleri yapılabilmektedir.
- Normal ve ikinci öğretim derslerinde dersi veren öğretim elemanına aynı zaman diliminde ders verilmemelidir.
- Dersler saat 08:00'da başlayıp 22:00'da son bulacaktır.
- Her bir ders haftalık ders programında belirtilen ders saati miktarınca ders programına atanmalıdır.
- Ders verimliliğinin artırılması için ise verilen derslerden 2 saat olan dersler ardışık, 3 saat olan dersler mümkün olduğunca ardışık veya 2+1, 4 saat olan dersler ise 3+1 veya 2+2 olacak şekilde atanmıştır.
- Dersi alan öğrenci sayısı az olan derslerin, mümkün olduğunca hafta sonuna atanması istenmemektedir.
- Öğretim elemanlarının istekleri dikkate alınmaktadır.
- Birbirini takip eden şubelerin zor dersleri aynı güne atanmamalıdır.

- Birinci ve ikinci sınıflar, ikinci ve üçüncü sınıflar ile üçüncü ve dördüncü sınıfların zor dersleri belirlenerek bu dersler öğrenciler açısından aynı güne atanmamalıdır.
- Bir öğretim elemanına bir günde en fazla 8 saat ders atanabilsin.
- Hocaların tercih ettiği günler puanlama sistemi ile belirlenerek 7 günün 5 gününde belirledikleri günler seçilerek atama yapılması istenmektedir.
- Geç saatlerin ve erken saatlerin zorluk puanları belirlenerek bu zaman dilimlerine olabildiğince az sayıda öğrenci grubunun olduğu derslerin ataması yapılmalıdır.

#### 5.4. Öğrenci Odaklı Hedef Programlama Modeli

Birinci öğretim öğrencilerinin almış oldukları derslerin geç saatlere atanmaması ve ikinci öğretim öğrencilerinin almış oldukları derslerin erken saatlere atanmaması ile birlikte hafta sonu günlerine derslerin atanması durumunda az öğrenci sayısına sahip derslerin atanması problemini ele alacağız.

Parametreler:

i: Ders indeksi ( $i = 1 \dots 68$ )

j: Günler ( $j=1 \dots 7$ )

t: Zaman Dilimleri ( $t=1 \dots 28$ )

l: Öğretim elemanları ( $l= 1 \dots 20$ )

$D_i$ : i. dersin haftalık toplam ders saati

$F_i$ : i. dersi alan öğrenci sayısı

$G_l$ : l. öğretim elemanının vermiş olduğu dersler kümesi

$I_1$ : Birinci öğretim dersleri kümesi

$I_2$ : İkinci öğretim dersleri kümesi

$S_1$ : Erken zaman dilimlerinin zorluk puanlarına ait küme (5,5,4,4,3,3,2,2,1)

$S_2$ : Geç zaman dilimlerinin zorluk puanlarına ait küme (1,2,3,4,5,5)



Karar değişkenleri:

$X_{ijt}$  : 1, i. ders j. günün t. zaman dilimine atanırsa

: 0, Diğer durumlar

Hedeften Sapma Değişkenleri:

$d_{j1}^+$ : j. günde ikinci öğretim öğrencilerinin tercih etmediği saatlere atanan öğrenci sayısı hedefinden pozitif sapması

$d_{j1}^-$ : j. günde ikinci öğretim öğrencilerinin tercih etmediği saatlere atanan öğrenci sayısı hedefinden negatif sapması

$d_{j2}^+$ : j. günde birinci öğretim öğrencilerinin tercih etmediği saatlere atanan öğrenci sayısı hedefinden pozitif sapması

$d_{j2}^-$ : j. günde birinci öğretim öğrencilerinin tercih etmediği saatlere atanan öğrenci sayısı hedefinden negatif sapması

$d_{j3}^+$ : j. günde hafta sonuna atanan öğrenci sayısı hedefinden pozitif sapma değeri

$d_{j3}^-$ : j. günde hafta sonuna atanan öğrenci sayısı hedefinden negatif sapma değeri

DPÇP'nin çözümlü için sunulan HP modeline yönelik istenen karar değişkeni; ders, gün, zaman dilimi ve öğretim elemanları bilgilerini içermekte olup, 0-1 tamsayı özellikte bir değişken olarak verilmiştir.

Kısıtlar

- Tüm dersler haftalık ders saatleri kadar ataması yapılmalıdır (Denklem 5.1).

$$\sum_{j=1}^{68} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} = D_i, \quad \forall (j, t) \quad (5.1)$$

- Birinci öğretim derslerinin aynı ders saatine atanmaması (Denklem 5.2), ve ikinci öğretim derslerinin aynı ders saatine atanmaması kısıtları (Denklem 5.3).

$$\sum_{i \in I_1} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (5.2)$$

$$s \sum_{i \in I_2} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (5.3)$$

- Derslerin haftalık ders saatlerine göre ardışık olması ve bölünmemesi kısıtı. 2 saatlik dersler arka arkaya atanmalıdır ve 4 saatlik ders 2+2 şeklinde veya 3+1 şeklinde atanmalıdır. 3 saatlik dersler ise 2+1 veya 3+0 şeklinde atanmalıdır (Denklem 5.4).

$$X_{ijt} - X_{ij(t+1)} - X_{ij(t-1)} \leq 0; \forall (i, j, t), t = 2 \dots 27 \quad (5.4)$$

- Bir öğretim elemanının verdiği dersler aynı ders saatine atanmamalıdır (Denklem 5.5).

$$\sum_{i \in G_1} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (5.5)$$

- Birinci öğretim öğrencilerinin saat 19.00'dan sonra ders istemediklerini ve bu saat sonrası ders atanması durumunda, bu saatlerden geç saatler için her bir zaman dilimine göre zorluk puanlarının yer aldığını içeren hedef kısıt (Denklem 5.6) ve ikinci öğretim öğrencilerinin saat 12:30'dan önce ders istemediklerini ve bu saatten önce ders atanırsa bu erken saatler için her bir zaman dilimine göre zorluk puanlarının yer aldığını içeren hedef kısıt (Denklem 5.7).

$$\sum_{i \in I_1} \sum_{t=23}^{28} S_2 * F_i * X_{ijt} - d_{j2}^+ + d_{j2}^- = 0; \quad j \in (1, \dots 5) \quad (5.6)$$

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{t=1}^9 S_1 * F_i * X_{ijt} - d_{j1}^+ + d_{j1}^- = 0; \quad j \in (1, \dots 5) \quad (5.7)$$

Hafta sonuna az sayıda öğrencinin olduğu dersin atanmasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.8) gibidir.

- $\sum_{i=1}^{68} \sum_{t=1}^{28} F_i * X_{ijt} - d_{j3}^+ + d_{j3}^- = 0; \quad j \in (6,7) \quad (5.8)$

Amaç Fonksiyonu

Öğrencilerden alınan istekler doğrultusunda birinci öğretim derslerinin saat 19.00'dan sonraya atanması istenmemektedir. Benzer şekilde ikinci öğretim derslerinin ise 12.30'dan önce başlaması istenmemektedir (Denklem 5.9). Ek olarak hafta sonuna az sayıda öğrencinin olduğu derslerin atanması istenmektedir. Burada  $d_{j3}^+$  değişkeninin M ile yanı büyük bir sayı ile çarpılmasının sebebi, sapma değişkenlerinin kısıtların sağlanmasını garanti etmek için kullanılmasıdır. Sapma değişkenleri, kısıtları sağlamayan durumlarda kullanılan bir tür "ceza" olarak düşünülebilir. Bu cezaların yeterince büyük olması, kısıtların ihlal edilmemesini ve hedef fonksiyonun doğru bir şekilde optimize edilmesini sağlar. Bu şekilde oluşan amaç fonksiyonu şu şekildedir;

$$\text{Min } \sum_j (d_{j1}^+ + d_{j2}^+ + M * d_{j3}^+) \quad (5.9)$$

**Çizelge 5.5. Birinci model-birinci öğretim çizelgesi**

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
08:00 - 08:30	Gönüllülük Çalışmaları	Üretim Sistemleri	M.D.T	Olasılık	Üretim Planlama 1
08:30 - 09:00	Enerji Sistemleri Planlaması	E.M.O.Y	Üretim Sistemleri	Lineer Cebir	M.D Tasarımı
09:00 - 09:30	Enerji Sistemleri Planlaması	E.M.O.Y	Üretim Sistemleri	Lineer Cebir	M.D Tasarımı
09:30 -10:00	Enerji Sistemleri Planlaması	E.M.O.Y	Benzetim	Lineer Cebir	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1
10:00 -10:30	Fizik 1	Teknik Resim	Benzetim	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1
10:30 - 11:00	Fizik 1	Teknik Resim	Benzetim	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Yöneylem Araştırması 1
11:00 - 11:30	Bilgisayar Programlama 1	Gönüllülük Çalışmaları	Bilgisayar Programlama 1	ISG 1	Yöneylem Araştırması 1
11:30 - 12:00	Bilgisayar Programlama 1	Gönüllülük Çalışmaları	Bilgisayar Programlama 1	Maliyet Muhasebesi 1	Yöneylem Araştırması 1
12:00 - 12:30	Fizik 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Teknik Resim	Maliyet Muhasebesi 1	Matematik 1
12:30 - 13:00	Fizik 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Teknik Resim	Maliyet Muhasebesi 1	Matematik 1
13:00 - 13:30	İş Etüdü	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Davranış Bilimlerine Giriş	Genel Ekonomi	
13:30 - 14:00	İş Etüdü	İş Etüdü	Davranış Bilimlerine Giriş	Genel Ekonomi	M.E ve Y.A
14:00 - 14:30		İş Etüdü			M.E ve Y.A
14:30 - 15:00	Oyun Teorisi	Montaj Hattı Dengeleme	Üretim Planlama 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	M.E ve Y.A
15:00 - 15:30	Oyun Teorisi	Montaj Hattı Dengeleme	Üretim Planlama 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	
15:30 - 16:00	Oyun Teorisi	Montaj Hattı Dengeleme	İngilizce 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	İşletmelerde İletişim
16:00 - 16:30		Mühendisliğe Giriş	İngilizce 1	Çizelgeleme	İşletmelerde İletişim
16:30 - 17:00		Mühendisliğe Giriş	Yalın Altı Sigma	Çizelgeleme	
17:00 - 17:30	Y.Z ve U.S	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Yalın Altı Sigma	Çizelgeleme	Olasılık
17:30 - 18:00	Y.Z ve U.S	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Yalın Altı Sigma	Simülasyonla Vaka Analizi	Olasılık
18:00 -18:30	Y.Z ve U.S	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)		Simülasyonla Vaka Analizi	Matematik 1
18:30 - 19:00				Simülasyonla Vaka Analizi	Matematik 1

Çizelge 5.6. Birinci model-ikinci öğretim çizelgesi

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
12:00 - 12:30	Simülasyonla Vaka Analizi		M.D Tasarımı	Çizelgeleme	Y.Z ve U.S
12:30 - 13:00	Simülasyonla Vaka Analizi		M.D Tasarımı	Çizelgeleme	Y.Z ve U.S
13:00 - 13:30	Simülasyonla Vaka Analizi	Üretim Planlama 1	M.D Tasarımı	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	E.M.O.Y
13:30 - 14:00	Olasılık	Üretim Planlama 1	İşletmelerde İletişim	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	E.M.O.Y
14:00 - 14:30	Olasılık	Üretim Planlama 1	İşletmelerde İletişim	Yalın Altı Sigma	E.M.O.Y
14:30 - 15:00	Olasılık	M.E ve Y.A	Maliyet Muhasebesi 1	Yalın Altı Sigma	Yöneylem Araştırması 1
15:00 - 15:30	Mühendisliğe Giriş	M.E ve Y.A	Maliyet Muhasebesi 1	Oyun Teorisi	Yöneylem Araştırması 1
15:30 - 16:00	Mühendisliğe Giriş	M.E ve Y.A	Maliyet Muhasebesi 1	Oyun Teorisi	Yöneylem Araştırması 1
16:00 - 16:30	İngilizce 1	İş Etüdü	Teknik Resim	Fizik 1	Genel Ekonomi
16:30 - 17:00	İngilizce 1	İş Etüdü	Teknik Resim	Fizik 1	Genel Ekonomi
17:00 - 17:30	Bilgisayar Programlama 1	Benzetim	Yönetim Bilgi Sistemleri	Montaj Hattı Dengeleme	Lineer Cebir
17:30 - 18:00	Bilgisayar Programlama 1	Benzetim	Yönetim Bilgi Sistemleri	Montaj Hattı Dengeleme	Lineer Cebir
18:00 -18:30	Teknik Resim	Bilgisayar Programlama 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	Montaj Hattı Dengeleme	Lineer Cebir
18:30 - 19:00	Teknik Resim	Bilgisayar Programlama 1	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Üretim Sistemleri	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)
19:00 - 19:30	Fizik 1	Matematik 1	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Üretim Sistemleri	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)
19:30 - 20:00	Fizik 1	Matematik 1	İş Etüdü	Üretim Sistemleri	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)
20:00 - 20:30	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Gönüllülük Çalışmaları	İş Etüdü	Matematik 1	Enerji Sistemleri Planlaması
20:30 - 21:00	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Gönüllülük Çalışmaları	Davranış Bilimlerine Giriş	Matematik 1	Enerji Sistemleri Planlaması
21:00 - 21:30	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Gönüllülük Çalışmaları	Davranış Bilimlerine Giriş	İSG 1	Enerji Sistemleri Planlaması
21:30 - 22:00	Benzetim	Çizelgeleme	Oyun Teorisi	Y.Z ve U.S	Yalın Altı Sigma

Çizelge 5.7’de oluşan çizelgeler sonucunda amaçtan sapan derslere ilişkin bilgiler yer almaktadır. 4 adet ders hepsi farklı günlerde, aynı zaman dilimlerine atanarak çizelge oluşmuştur.

**Çizelge 5.7.** Birinci model derslerin sapma değişkenleri

Amaçtan Sapan Derslerin Günlere Göre Dağılımı				
	Ders	Öğrenci Sayısı	Atandığı Günler	Atandığı Saatler
2. Öğretim	M.D.T	17	Çarşamba	12:00 - 12:30
	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	18	Cuma	12:00 - 12:30
	Simülasyonla Vaka Analizi	17	Pazartesi	12:00 - 12:30
	Çizelgeleme	10	Perşembe	12:00 - 12:30

Kısıt sağlaması olarak;

- Denklem 5.1 – Tüm derslerin haftalık ders saati kadar ataması yapılmıştır. Örneğin; Bilgisayar Programlama 1 dersi birinci öğretimde 4 saat, ikinci öğretimde de 4 saattir. Birinci öğretim çizelgesinde Pazartesi günü 11:00 ve 12:00 aralığında ve Çarşamba günü yine aynı zaman dilimine atanmıştır. İkinci öğretim çizelgesinde ise Pazartesi günü 17:00 – 18:00 aralığında ve Salı günü 18:00 – 19:00 aralığına atanmıştır. Böylelikle haftalık ders saati kadar ataması yapılmıştır.
- Denklem 5.2 ve 5.3 – Birinci öğretim ve ikinci öğretim derslerinin hiçbiri kendi arasında aynı zaman dilimine atanmamıştır.
- Denklem 5.4 – Derslerin kısıtlardaki gibi haftalık 4 saatlik dersler 2+2 veya 3+1 şeklinde, 3 saatlik dersler ise 2+1 veya 3+0 şeklinde ve 2 saatlik dersler ile 1 saatlik dersler ise ayrılmadan atamaları yapılmıştır. Örneğin; ikinci öğretim için elde edilen çizelgede Benzetim dersi Pazartesi günü 21:30 – 22:00 aralığında 1 saati atanmıştır, diğer 2 saati ise Salı günü 17:00 – 18:00 aralığına atanmıştır. Aynı Benzetim dersi birinci öğretimlerde ise Çarşamba günü 09:30 – 11:00 aralığına 3 saati de atanmıştır.
- Denklem 5.5 – Bir öğretim elemanının verdiği derslerin aynı ders saatine denk gelmemesi gerekiyordu ve bu kısıtın da doğru bir biçimde ataması sağlandı. Örneğin; A19 kodlu öğretim elemanı Üretim Planlama 1, Oyun Teorisi ve Çizelgeleme derslerini vermektedir. Denklem 5.2 ve 5.3 sağlandığı için dersler kendi şubeleri arasında çakışmamaktadır bu yüzden sadece derslerin atandığı

zaman dilimlerine bakarak sonucu açıklayabiliriz. Aşağıdaki Çizelge 5.8’de A19 öğretim elemanı için meydana gelen çizelge yer almaktadır.

**Çizelge 5.8.** Birinci model-A19 öğretim elemanının haftalık ders çizelgesi

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
08:00 - 08:30					Üretim Planlama 1
12:00 - 12:30				Çizelgeleme	
12:30 - 13:00				Çizelgeleme	
13:00 - 13:30		Üretim Planlama 1			
13:30 - 14:00		Üretim Planlama 1			
14:00 - 14:30		Üretim Planlama 1			
14:30 - 15:00	Oyun Teorisi		Üretim Planlama 1		
15:00 - 15:30	Oyun Teorisi		Üretim Planlama 1	Oyun Teorisi	
15:30 - 16:00	Oyun Teorisi			Oyun Teorisi	
16:00 - 16:30				Çizelgeleme	
16:30 - 17:00				Çizelgeleme	
17:00 - 17:30				Çizelgeleme	
21:30 - 22:00		Çizelgeleme	Oyun Teorisi		

- Denklem 5.6 ve 5.7 – Birinci öğretim dersleri 19.00’den sonraya atanmama hedef kısıtı sağlanmış ancak ikinci öğretim derslerinin 12:30’dan önce atanmama kısıtının ihlal edildiği durumlar olmuştur. Bu ihlallere dair dersler Çizelge 5.7’de yer almaktadır.
- Denklem 5.8 – Hafta sonuna az sayıda öğrenci bulunan dersler atansın kısıtına göre hafta sonuna hiçbir ders ataması yapılmamıştır. Kısıtı açıklayacak olursak, dersi alan öğrenci sayısı hangi dersin, hangi güne ve hangi saate atanacağı karar değişkeni ile çarpılarak, hedef değişkenleri ile toplamı alınmıştır. Bu işlemler tüm dersler ve zaman dilimleri dâhilinde hafta sonu günleri için yapılarak gerçekleştirilmiştir. Denklem 5.9’da da amaç fonksiyonunda yer alan hedef değişkeni büyük bir sayı (M) ile çarpılarak minimize edilmeye çalışılmış olup başarılı şekilde çizelgelere hafta sonuna ders atanmamıştır.

## 5.5. Öğretim Elemanları Tercihlerinin Dâhil Olduğu Hedef Programlama Modeli

Bölüm 5.4'te yer alan modele (Denklem 5.1 – 5.8 arası yer alan kısıtlara ek) ek olarak öğretim elemanlarına sorulan çalışma günlerine yönelik isteklere ilişkin hazırlanan modelimizi ele alacağız.

Eklenen değişkenler yukarıdaki modeldeki değişkenlere ek olarak eklenmiştir. Diğer değişkenler aşağıda tekrar belirtilmemiştir.

$A_{lj}$  : Öğretim elemanlarının tercih ettiği günler matrisi

$H_{ljt}$  : 1, l. öğretim elemanı j. günün t. zaman dilimine atanırsa

: 0, Diğer durumlar

$K_{lj}$  : 1, l. öğretim elemanı j. güne atanırsa

: 0, Diğer durumlar

- Bir öğretim elemanına bir günde en fazla 8 ders saati ders ataması yapılmalıdır (Denklem 5.10).

$$\sum_{t=1}^{28} H_{ljt} \leq 8 \quad \forall (l, j) \quad (5.10)$$

- Eğer bir öğretim elemanı ilgili ders saatinde ders veriyor ise o ders saatine atandığını tutan karar değişkeninin 1 değerini almasını sağlar (Denklem 5.11).

$$X_{ijt} \leq H_{ljt} \quad \forall (i, l, j, t) \quad (5.11)$$

- Herhangi bir öğretim elemanının dersi hangi güne atandıysa, o öğretim elemanının o gün o dersin belirlenen saatlerine denk olduğunu tutan karar değişkeninin 1 değerini almasını sağlar (Denklem 5.12).

$$\sum_{t=1}^{28} H_{ljt} \leq M * K_{lj} \quad \forall (l, j) \quad (5.12)$$

Amaç Fonksiyonu

Hafta sonuna ders atanması hem öğretim elemanları hem de öğrenciler tarafından istenmemektedir. Hocaların da isteklerinin dikkate alınarak ders zorluk ve zaman dilimi zorluk katsayılarının da etkileri ile belirtilen saatlere atanan derslerin olabildiğince öğrenci sayısı az olan ders olması için ilgili sapma değişkenlerinin en küçüklenmesi hedeflenmiştir (Denklem 5.13).

$$\text{Min } \sum_j (d_{j1}^+ + d_{j2}^+ + M * d_{j3}^+) + \sum_l \sum_j K_{lj} * A_{lj} \quad (5.13)$$

Çizelge 5.9'da öğretim elemanlarının seçimleri şu varsayımlar altında yapılmıştır;

- 3 gün istenen seçimler yapılacak, diğer günler ise istenmeye göre puanlanacaktır.
- 3 adet 0 puana sahip gün olacak bunlar istenen günler olacaktır.
- İstenen günlerin ardından, 1 olanlar dördüncü istedikleri gün, 3 puan beşinci gün, 5 puan altıncı gün, 7 puan yedinci gün olarak seçimleri yapılacaktır.

Bu ölçekler Likert ölçeği olarak adlandırılmakta olup, anketler ve diğer araştırmalarda sıklıkla kullanılan bir ölçektir. Bu ölçek, bir çalışmadaki soruların cevaplarını ölçmek için kullanılır ve genellikle beşli bir skala kullanılır. Bu skala, cevapları "tamamen katılmıyorum" ile "tamamen katılıyorum" arasında bir yelpazede değerlendirir.

Likert ölçeği, bir konu hakkındaki görüşleri ölçmek için kullanılır ve bu görüşlerin ne kadar güçlü olduğunu belirlemek için de kullanılabilir. Örneğin, bir anket oluşturan bir araştırmacı, müşterilerin bir hizmet veya ürün hakkındaki görüşlerini ölçmek için Likert ölçeğini kullanabilir. Bu ölçekte, müşterilere hizmet veya ürün hakkındaki sorular sorulur ve müşterilerin cevapları beşli bir skala üzerinde değerlendirilir. Bu skala, müşterinin hizmet veya ürün hakkındaki görüşlerinin ne kadar güçlü olduğunu belirtir. Bu çalışmada ise öğretim elemanlarının tercih ettiği günleri 0,1,3,5,7 şeklinde değerlendirilerek ölçekten faydalanılmıştır.



**Çizelge 5.9. Öğretim elemanları tercihleri**

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

**Çizelge 5.10. İkinci model-birinci öğretim çizelgesi**

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
08:00 - 08:30	Oyun Teorisi	Yönetim Bilgi Sistemleri	Gönüllülük Çalışmaları	Montaj Hattı Dengeleme	M.E ve Y.A
08:30 - 09:00			Yöneylem Araştırması 1	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Benzetim
09:00 - 09:30	Gönüllülük Çalışmaları	Maliyet Muhasebesi 1	Yöneylem Araştırması 1	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Benzetim
09:30 - 10:00	Gönüllülük Çalışmaları	Maliyet Muhasebesi 1	Yöneylem Araştırması 1	Davranış Bilimlerine Giriş	Benzetim
10:00 - 10:30	Bilgisayar Programlama 1	Maliyet Muhasebesi 1	İşletmelerde İletişim	Davranış Bilimlerine Giriş	Genel Ekonomi
10:30 - 11:00	Bilgisayar Programlama 1	Fizik 1	İşletmelerde İletişim	Yalın Altı Sigma	Genel Ekonomi
11:00 - 11:30	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Fizik 1	Mühendisliğe Giriş	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri
11:30 - 12:00	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Enerji Sistemleri Planlaması	Mühendisliğe Giriş	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri
12:00 - 12:30	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi	M.D.T	Üretim Sistemleri
12:30 - 13:00		Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi	M.D.T	Üretim Sistemleri
13:00 - 13:30		Üretim Planlama 1		M.D.T	Üretim Sistemleri
13:30 - 14:00		Üretim Planlama 1	Lineer Cebir	M.E ve Y.A	Olasılık
14:00 - 14:30		Üretim Planlama 1	Lineer Cebir	M.E ve Y.A	Olasılık
14:30 - 15:00	E.M.O.Y	Bilgisayar Programlama 1	Lineer Cebir	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Olasılık
15:00 - 15:30	E.M.O.Y	Bilgisayar Programlama 1	Matematik 1	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	İSG
15:30 - 16:00	E.M.O.Y	Fizik 1	Matematik 1		İngilizce 1
16:00 - 16:30	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Fizik 1		Matematik 1	İngilizce 1
16:30 - 17:00	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Çizelgeleme	Montaj Hattı Dengeleme	Matematik 1	Simülasyonla Vaka Analizi
17:00 - 17:30	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Çizelgeleme	Montaj Hattı Dengeleme	Teknik Resim	Simülasyonla Vaka Analizi
17:30 - 18:00	Teknik Resim	Çizelgeleme	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Teknik Resim	Simülasyonla Vaka Analizi
18:00 - 18:30	Teknik Resim		Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	İş Etüdü	İş Etüdü
18:30 - 19:00			Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	İş Etüdü	İş Etüdü

Çizelge 5.11. İkinci model-ikinci öğretim çizelgesi

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma
12:00 - 12:30		Çizelgeleme	Simülasyonla Vaka Analizi	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	M.D.T
12:30 - 13:00		Çizelgeleme	Simülasyonla Vaka Analizi	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	M.D.T
13:00 - 13:30	E.M.O.Y	İşletmelerde İletişim	Simülasyonla Vaka Analizi	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	İş Etüdü
13:30 - 14:00	E.M.O.Y	İşletmelerde İletişim	Montaj Hattı Dengeleme	Benzetim	İş Etüdü
14:00 - 14:30	E.M.O.Y	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme	Benzetim	İngilizce 1
14:30 - 15:00	Mühendisliğe Giriş	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme	Türk Dili ve Edebiyatı 1	İngilizce 1
15:00 - 15:30	Mühendisliğe Giriş	Maliyet Muhasebesi 1	Bilgisayar Programlama 1	Türk Dili ve Edebiyatı 1	M.E ve Y.A
15:30 - 16:00	Üretim Planlama 1	Gönüllülük Çalışmaları	Bilgisayar Programlama 1	İş Etüdü	M.E ve Y.A
16:00 - 16:30	Üretim Planlama 1	Gönüllülük Çalışmaları	İSG	İş Etüdü	M.E ve Y.A
16:30 - 17:00	Üretim Planlama 1	Gönüllülük Çalışmaları	Yalın Altı Sigma	Lineer Cebir	Yöneylem Araştırması 1
17:00 - 17:30	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Yalın Altı Sigma	Lineer Cebir	Yöneylem Araştırması 1
17:30 - 18:00	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Yalın Altı Sigma	Lineer Cebir	Yöneylem Araştırması 1
18:00 -18:30	Oyun Teorisi	Enerji Sistemleri Planlaması	Yönetim Bilgi Sistemleri	Olasılık	Teknik Resim
18:30 - 19:00	Oyun Teorisi	Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	Yönetim Bilgi Sistemleri	Olasılık	Teknik Resim
19:00 - 19:30	Oyun Teorisi	Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	Üretim Sistemleri	Olasılık	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1
19:30 - 20:00	Teknik Resim	Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	Üretim Sistemleri	Genel Ekonomi	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1
20:00 - 20:30	Teknik Resim	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Üretim Sistemleri	Genel Ekonomi	Matematik 1
20:30 - 21:00	Fizik 1	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Matematik 1	Davranış Bilimlerine Giriş	Matematik 1
21:00 - 21:30	Fizik 1	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Matematik 1	Davranış Bilimlerine Giriş	Fizik 1
21:30 - 22:00	Çizelgeleme	Yönetim Bilgi Sistemleri	Benzetim	M.D.T	Fizik 1

- Denklem 5.10 - Bir öğretim elemanına bir günde en fazla 8 saat ders atanması kısıtı elde edilmiştir. Öğretim elemanlarının tercihleri doğrultusunda bir öğretim elemanını bir günde en fazla 8 saat ders ataması yapılmıştır. Örneğin; haftalık ders saati en fazla olan öğretim elemanı A11'in haftalık ders saati 22 saattir. A11 öğretim elemanına ait ders programı şu şekildedir;

**Çizelge 5.12.** İkinci model-A11 öğretim elemanının haftalık ders çizelgesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba
08:00 - 08:30			Gönüllülük Çalışmaları
09:00 - 09:30	Gönüllülük Çalışmaları		
09:30 - 10:00	Gönüllülük Çalışmaları		
10:00 - 10:30	Bilgisayar Programlama 1		İşletmelerde İletişim
10:30 - 11:00	Bilgisayar Programlama 1		İşletmelerde İletişim
11:00 - 11:30			Mühendisliğe Giriş
11:30 - 12:00			Mühendisliğe Giriş
13:00 - 13:30		İşletmelerde İletişim	
13:30 - 14:00		İşletmelerde İletişim	
14:30 - 15:00	Mühendisliğe Giriş	Bilgisayar Programlama 1	
15:00 - 15:30	Mühendisliğe Giriş	Bilgisayar Programlama 1	Bilgisayar Programlama 1
15:30 - 16:00		Gönüllülük Çalışmaları	Bilgisayar Programlama 1
16:00 - 16:30		Gönüllülük Çalışmaları	
16:30 - 17:00		Gönüllülük Çalışmaları	
17:00 - 17:30	Bilgisayar Programlama 1		
17:30 - 18:00	Bilgisayar Programlama 1		

Çizelge 5.12'de görüldüğü üzere bir öğretim elemanına atanan ders sayısı bir günde en fazla 8 saat olmak üzere gerçekleşmiştir.

- Denklem 5.11 ve 5.12 - Bir öğretim elemanının verdiği ders günleri ile ders günlerinin saatlerinin tutup tutmadığına ilişkin kısıtlar sağlanmıştır. Optimizasyon programında 0 – 1 tamsayı atamalarını elde ederken ders günlerinin tutup, ders saatlerinin de o günlere tutmasına ilişkin yazılan bir kısıt olarak ele alınmıştır.
- Denklem 5.13 - Bir önceki amaç fonksiyonuna ek olarak eklenen bu denklem ile öğretim elemanlarının tercihlerinin de dâhil olduğu çizelgeler ortaya çıkmıştır.

**Çizelge 5.13. İkinci model derslerin sapma değişkenleri**

Amaçtan Sapan Derslerin Günlere Göre Dağılımı				
	Ders	Öğrenci Sayısı	Atandığı Günler	Atandığı Saatler
2. Öğretim	M.D.T	17	Cuma	12:00 - 12:30
	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	18	Perşembe	12:00 - 12:30
	Simülasyonla Vaka Analizi	17	Çarşamba	12:00 - 12:30
	Çizelgeleme	10	Salı	12:00 - 12:30

Çizelge 5.13’de görüldüğü üzere sapan değişkenler arasında yer alan Mühendislik Deneysel Tasarım dersinin atandığı gün ve saati istediğimiz hedefler doğrultusunda gerçekleşmemekle birlikte dersin kalan 2 saatinin Perşembe günü işleneceğine dair bir çizelge oluşmuştur.

Yapay Zeka ve Uzman Sistemler dersinin bir saati Perşembe günü sabah saatine atanmış olup istenilen hedeflerden saptığı gözlemlenmiştir.

Simülasyonla Vaka Analizi dersi ise tüm saatleri ardışık bir şekilde ataması yapılmış olup Çarşamba gününün ikinci öğretim öğrencileri açısından erken saatlerde başlaması adına hedeften saptmıştır.

Çizelgeleme dersinin 1 saati ise Salı günü erken saatlere atanarak hedeften saptığı gözlemlenmiştir.

**Çizelge 5.14.** İkinci model-birinci öğretim dersleri öğretim elemanları atamaları

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

Çizelge 5.14'de öğretim elemanları seçimlerine göre birinci öğretim düzeyinde yeşil renk ile taralı günlere öğretim elemanı ataması yapılmıştır. Tabloda da görüldüğü üzere A2 öğretim elemanı istediği günler Perşembe, Cuma, Cumartesi günlerinden sonraki sıralaması olan Çarşamba gününe ataması yapılmıştır. Aynı şekilde A5 ve A18 öğretim elemanları da tercih ettiği 3 günün ardından tercih ettikleri ilk günlere atanmışlardır.

A7 öğretim elemanının vermiş olduğu Matematik 1 dersinin 2 saati Çarşamba, 2 saati ise Perşembe gününe atanmıştır. A17 öğretim elemanının vermiş olduğu Teknik Resim dersi Pazartesi 2 saat ve Perşembe gününe 2 saat şeklinde atanmıştır. Bu öğretim elemanlarının son tercih edeceği günlere dersler atanarak burada bir sapma gözlemlenmiştir.

**Çizelge 5.15.** İkinci model-ikinci öğretim dersleri öğretim elemanları atamaları

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

Çizelge 5.15’de öğretim elemanları seçimlerine göre ikinci öğretim düzeyinde yeşil renk ile taralı günlere ataması yapılmıştır. Tabloda da görüldüğü üzere A2 öğretim elemanı istediği günler Perşembe, Cuma, Cumartesi günlerinden sonraki sıralaması olan Çarşamba gününe ataması yapılmıştır. Bir diğer atandığı gün ise Perşembe günü yani seçtiği gün olmuştur.

A5 öğretim elemanının vermiş olduğu Fizik 1 dersi ardışıklık kısıtına uymuş 2+2 şeklinde haftaya yayılmıştır. Ancak öğretim elemanının istediği günler Çarşamba, Perşembe ve Cuma günleridir. Bu seçimlerden sonraki 2. Tercih olan Pazartesi gününe 2 saatlik ders ataması yapılmıştır.

A7 ve A10 öğretim elemanları istedikleri güne ve bu istedikleri günlerden sonraki 3. tercihlerine birer derslerinin ataması yapılmıştır.

A17 öğretim elemanı ise tercih ettiği gün ve son tercih ettiği güne ataması yapılarak son tercihinin atanmış tek öğretim elemanı olmuştur.

**Çizelge 5.16.** İkinci model-genel öğretim elemanları atamaları

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1



**Çizelge 5.17.** İkinci model öğretim elemanlarının tercihlerinin atanma yüzdeleri

İstediği Günlere Atanan Öğretim Elemanı Oranı	4. Tercihine (1) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	5. Tercihine (3) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	6. Tercihine (5) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	7. Tercihine (7) Atanan Öğretim Elemanı Oranı
100%	15%	10%	10%	10%

**Çizelge 5.18.** İkinci model-öğretim elemanlarının ders verecekleri gün sayısı

1 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı	2 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı	3 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı	4 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı
3	7	8	2
15%	35%	40%	10%

Çizelge 5.15, Çizelge 5.16 ve Çizelge 5.17 incelendiğinde öğretim elemanlarının atandığı günlerin toplamı elde edilmiştir. Tüm öğretmenlerin mutlaka bir tercih ettiği güne ataması yapılmıştır. Modelin verimli çalıştığını buradan gözlemleyebiliriz. 3, 5 ve 7 puanlarına sahip tercihlerine atama yapılan öğretim elemanı sayısı ikişer adet olup %10 oranına tekabül etmektedir. 4. Tercihlerine atanan yani 1 puan olarak değerlendirdikleri günlere atanan öğretim elemanı sayısı ise 3 olup %15 oranına tekabül etmiştir.

4 gün boyunca ders verecek öğretim elemanı sayısı 2 adet olup, öğretim elemanlarına sunulan 3 adet tercih ettikleri günlere bazıları denk gelmese dâhi 3, 2 ve 1 gün boyunca ders verecek öğretim elemanı sayısı 18 adet olup burada da verimliliğin olduğunu gözlemleyebiliriz.

Ayrıca, A5, A9 ve A17 öğretim elemanları haricindeki 17 öğretim elemanının ders vereceği günler ardışık olarak ataması gerçekleşmiş olup günlerinde bir kopma olmadan derslerini verebileceklerdir.

## **5.6. Derslerin Zorluklarının Dâhil Olduğu Hedef Programlama Modeli**

Bölüm 5.4 ve Bölüm 5.5'e modele (Denklem 5.1 – 5.8 ve 5.10 – 5.12 arası yer alan kısıtlara ek) ek olarak derslerin şubeler bazında ikişer olarak gruplanarak zorluk puanlamasının yapıldığı problem ele alınmıştır.

Eklenen değişkenler yukarıdaki modeldeki değişkenlere ek olarak verilmiş diğer değişkenler aşağıda tekrar belirtilmemiştir.

$Z_i$ : Derslerin zorluk puanları ( $i=1...68$ )

$BI_1$ : Birinci öğretim birinci ve ikinci sınıfların dersleri kümesi

$BI_2$ : İkinci öğretim birinci ve ikinci sınıfların dersleri kümesi

$IU_1$ : Birinci öğretim ikinci ve üçüncü sınıfların dersleri kümesi

$IU_2$ : İkinci öğretim ikinci ve üçüncü sınıfların dersleri kümesi

$UD_1$ : Birinci öğretim üçüncü ve dördüncü sınıfların dersleri kümesi

$UD_2$ : İkinci öğretim üçüncü ve dördüncü sınıfların dersleri kümesi

$d_{j4}^+$ : j. günde birinci öğretimlerin birinci ve ikinci sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j4}^-$ : j. günde birinci öğretimlerin birinci ve ikinci sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

$d_{j5}^+$ : j. günde ikinci öğretimlerin birinci ve ikinci sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j5}^-$ : j. günde ikinci öğretimlerin birinci ve ikinci sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

$d_{j6}^+$ : j. günde birinci öğretimlerin ikinci ve üçüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j6}^-$ : j. günde birinci öğretimlerin ikinci ve üçüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

$d_{j7}^+$ : j. günde ikinci öğretimlerin ikinci ve üçüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j7}^-$ : j. günde ikinci öğretimlerin ikinci ve üçüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

$d_{j8}^+$ : j. günde birinci öğretimlerin üçüncü ve dördüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j8}^-$ : j. günde birinci öğretimlerin üçüncü ve dördüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

$d_{j9}^+$ : j. günde ikinci öğretimlerin üçüncü ve dördüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin pozitif sapma değeri

$d_{j9}^-$ : j. günde ikinci öğretimlerin üçüncü ve dördüncü sınıf derslerinden zor olarak belirlenenlerin aynı güne atanmama hedefinin negatif sapma değeri

- Birinci öğretim birinci ve ikinci sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.14)

$$\sum_{i=BI_1} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j4}^+ + d_{j4}^- = 55; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.14)$$

- İkinci öğretim birinci ve ikinci sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.15)

$$\sum_{i=BI_2} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j5}^+ + d_{j5}^- = 55; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.15)$$

- Birinci öğretim ikinci ve üçüncü sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.16)

$$\sum_{i=IU_1} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j6}^+ + d_{j6}^- = 53; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.16)$$

- İkinci öğretim ikinci ve üçüncü sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.17)

$$\sum_{i=IU_2} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j7}^+ + d_{j7}^- = 53; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.17)$$

- Birinci öğretim üçüncü ve dördüncü sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.18)

$$\sum_{i=UD_1} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j8}^+ + d_{j8}^- = 65; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.18)$$

- İkinci öğretim üçüncü ve dördüncü sınıf dersleri arasında belirlenen zor derslerin aynı güne atanmamasını sağlayacak kısıt (Denklem 5.19)

$$\sum_{i=UD_2} \sum_{t=1}^{28} X_{ijt} * Z_i - d_{j9}^+ + d_{j9}^- = 65; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (5.19)$$

## Amaç Fonksiyonu

Hafta sonuna da ders atanması hem öğretim elemanları hem de öğrenciler tarafından istenmemektedir. Hocaların da isteklerinin dikkate alınarak, ders zorluk ve zaman dilimi zorluk katsayılarının da etkileri ile belirtilen saatlere atanan derslerin olabildiğince öğrenci sayısı az olan ders olması için ilgili sapma değişkenlerinin en küçüklenmesi hedeflenmiştir (Denklem 5.20).

$$\text{Min } \sum_j (d_{j1}^+ + d_{j2}^+ + M * d_{j3}^+) + \sum_{j=1}^5 (d_{j4}^+ + d_{j4}^- + d_{j5}^+ + d_{j5}^- + d_{j6}^+ + d_{j6}^- + d_{j7}^+ + d_{j7}^- + d_{j8}^+ + d_{j8}^- + d_{j9}^+ + d_{j9}^-) + \sum_i \sum_j K_{ij} * A_{ij} \quad (5.20)$$

Çizelge 5.19’da yer alan ders zorluk puanı çizelgesinde derslerin zorluk puanları dersin haftalık saati ile çarpılarak bir puanlama sistemi getirilmiştir (Birinci ve ikinci öğretim dersleri aynı ders saatine ve zorluğuna sahiptir).

Denklem 5.14 – 5.19 arasına göre; 1-2, 2-3 ve 3-4. Sınıfların dersleri gruplanarak bir ders zorluk puanlaması oluşturulmuştur. 1-2. Sınıf derslerinin ders zorluk puanları ve bu derslerin ders saatleri çarpılmış ve bu sonuçların toplanarak 5 güne bölünmesi sonucu 55 puan hesaplanmıştır ve kısıt bu doğrultuda kullanılmıştır. Diğer kısıtlarda yer alan 53 ve 65 puanları da bu doğrultuda hesaplanmıştır.

Örneğin;

E.M.O.Y dersi birinci ve ikinci sınıf dersleri içerisinde kıyaslandığında önceki dönemlerdeki başarı oranı ve yapılan anketler sonucu 6 zorluk puanına sahiptir, en zor ders olarak ise Matematik 1 ve Lineer Cebir dersleri olarak belirlenmiştir.

Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları 6 zorluk puanı ve haftalık 3 ders saatine sahiptir. İki rakamın çarpılarak 18 puana ulaştığı elde edilmiştir.

Diğer birinci ve ikinci sınıf derslerinin de puanları bu doğrultuda hesaplanarak toplam alınmıştır.

Toplamda çıkan puan değeri 275 olarak hesaplanmıştır.

Bu değeri ise hafta içi günler için bu derslerin aynı gün içerisinde yer almamasını istediğimiz için 5 güne eşit şekilde puanlarını bölerek bir gün için derslerin zorluk puanlarının ulaşabileceği maksimum değerler bulunmuştur.

Burada birinci ve ikinci sınıflar için elde edilen günlük maksimum değer 55 olarak hesaplanmıştır.

Zor dersler aynı güne atansa dahi en fazla 55 puana ulaşana kadar o gün ders işlenebilecektir.

Örneğin; Matematik 1 dersinin 2 saat ardışık yapıldığını varsayalım burada puanımız  $10*2=20$  olacaktır. 10 zorluk puanına sahip Lineer Cebir dersi de Matematik 1 dersi ile aynı gün işlenirse 3 saati de  $10*3=30$  puana sahip olacaktır.

Toplam puanımız o gün için 50'ye ulaşmış olup sadece 5 puanlık birinci ve ikinci sınıf derslerinden ders işlenebilecektir.

Burada işlenebilecek ders ise 1 saat Genel Ekonomi dersi veya 1 saat Teknik Resim dersi olarak konumlandırılabilir.



**Çizelge 5.19. Ders zorluk puanları**

Dersler	Sınıf	Zorluk Puanı	Ders Saati	Puan
Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	1. Sınıf	6	3	18
Genel Ekonomi	1. Sınıf	5	2	10
Davranış Bilimlerine Giriş	1. Sınıf	1	2	2
Teknik Resim	1. Sınıf	5	4	20
Fizik 1	1. Sınıf	8	4	32
Mühendisliğe Giriş	1. Sınıf	1	2	2
Matematik 1	1. Sınıf	10	4	40
Türk Dili ve Edebiyatı 1	1. Sınıf	1	2	2
İngilizce 1	1. Sınıf	7	2	14
İş Etüdü	2. Sınıf	6	4	24
Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	2. Sınıf	4	3	12
Olasılık	2. Sınıf	5	3	15
Bilgisayar Programlama 1	2. Sınıf	8	4	32
Maliyet Muhasebesi 1	2. Sınıf	6	3	18
İSG	2. Sınıf	4	1	4
Lineer Cebir	2. Sınıf	10	3	30
Benzetim	3. Sınıf	7	3	21
Yönetim Bilgi Sistemleri	3. Sınıf	5	3	15
Yöneylem Araştırması 1	3. Sınıf	10	3	30
Üretim Planlama 1	3. Sınıf	10	3	30
İşletmelerde İletişim	3. Sınıf	2	2	4
Malzeme Bilgisi (3.sınıf)	3. Sınıf	7	3	21
Gönüllülük Çalışmaları	3. Sınıf	2	3	6
Üretim Sistemleri	4. Sınıf	7	3	21
Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	4. Sınıf	9	3	27
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	4. Sınıf	1	2	2
Montaj Hattı Dengeleme	4. Sınıf	6	3	18
M.D.T	4. Sınıf	6	3	18
Enerji Sistemleri Planlaması	4. Sınıf	6	3	18
Oyun Teorisi	4. Sınıf	7	3	21
Simülasyonla Vaka Analizi	4. Sınıf	5	3	15
Yalın Altı Sigma	4. Sınıf	5	3	15
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	4. Sınıf	4	3	12
Çizelgeleme	4. Sınıf	10	3	30

**Çizelge 5.20. Üçüncü model-birinci öğretim çizelgesi**

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Pazar
08:00 - 08:30	Maliyet Muhasebesi 1	Yöneylem Araştırması 1	Lineer Cebir	Üretim Sistemleri	Montaj Hattı Dengeleme	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)
08:30 - 09:00	Fizik 1		Y.Z ve U.S		Teknik Resim	
09:00 - 09:30	Fizik 1		Y.Z ve U.S		Teknik Resim	
09:30 -10:00	Bilgisayar Programlama 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Benzetim	Bilgisayar Programlama 1	İSG	
10:00 -10:30	Bilgisayar Programlama 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Benzetim	Bilgisayar Programlama 1	Matematik 1	
10:30 - 11:00	Fizik 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Benzetim	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Matematik 1	
11:00 - 11:30	Fizik 1		Gönüllülük Çalışmaları	Türk Dili ve Edebiyatı 1	Teknik Resim	
11:30 - 12:00	Genel Ekonomi	E.M.O.Y	Gönüllülük Çalışmaları	Montaj Hattı Dengeleme	Teknik Resim	
12:00 - 12:30	Genel Ekonomi	E.M.O.Y	Gönüllülük Çalışmaları	Montaj Hattı Dengeleme	Yönetim Bilgi Sistemleri	
12:30 - 13:00	Çizelgeleme	E.M.O.Y		İşletmelerde İletişim	Yönetim Bilgi Sistemleri	
13:00 - 13:30	Çizelgeleme	Üretim Planlama 1	Matematik 1	İşletmelerde İletişim	Yönetim Bilgi Sistemleri	
13:30 - 14:00	Çizelgeleme	Üretim Planlama 1	Matematik 1	Simülasyonla Vaka Analizi	Yöneylem Araştırması 1	
14:00 - 14:30	Oyun Teorisi	Üretim Planlama 1		Simülasyonla Vaka Analizi	Yöneylem Araştırması 1	
14:30 - 15:00	Oyun Teorisi	Davranış Bilimlerine Giriş		Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	M.D.T	
15:00 - 15:30		Davranış Bilimlerine Giriş		Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	M.D.T	
15:30 - 16:00	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)		İş Etüdü	Maliyet Muhasebesi 1	M.D.T	
16:00 - 16:30	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Enerji Sistemleri Planlaması	İş Etüdü	Maliyet Muhasebesi 1		
16:30 - 17:00		Enerji Sistemleri Planlaması	Yalın Altı Sigma	Lineer Cebir		
17:00 - 17:30	Mühendisliğe Giriş	Enerji Sistemleri Planlaması	Yalın Altı Sigma	Lineer Cebir	İş Etüdü	
17:30 - 18:00	Mühendisliğe Giriş		Yalın Altı Sigma	M.E ve Y.A	İş Etüdü	
18:00 -18:30	Olasılık		Üretim Sistemleri	M.E ve Y.A	İngilizce 1	
18:30 - 19:00	Olasılık		Üretim Sistemleri	M.E ve Y.A	İngilizce 1	
19:00 - 19:30	Olasılık					
21:30 - 22:00	Simülasyonla Vaka Analizi			Y.Z ve U.S		Oyun Teorisi

Çizelge 5.21. Üçüncü model-ikinci öğretim çizelgesi

Saat	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:00 - 08:30	Üretim Planlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması		Matematik 1		Gönüllülük Çalışmaları	Simülasyonla Vaka Analizi
08:30 - 09:00				Matematik 1	Genel Ekonomi		
09:00 - 09:30					Genel Ekonomi		
09:30 - 10:00			Yalın Altı Sigma				
10:00 - 10:30		Fizik 1	Yalın Altı Sigma				
10:30 - 11:00		Fizik 1	Yalın Altı Sigma				
12:00 - 12:30					Simülasyonla Vaka Analizi		
12:30 - 13:00		Montaj Hattı Dengeleme		M.D.T	Simülasyonla Vaka Analizi		
13:00 - 13:30	E.M.O.Y	Montaj Hattı Dengeleme		M.D.T	Matematik 1		
13:30 - 14:00	E.M.O.Y	Y.Z ve U.S	Yönetim Bilgi Sistemleri	M.D.T	Matematik 1		
14:00 - 14:30	E.M.O.Y	Y.Z ve U.S	Yönetim Bilgi Sistemleri	Üretim Sistemleri	Lineer Cebir		
14:30 - 15:00	Bilgisayar Programlama 1	Fizik 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	Üretim Sistemleri	Lineer Cebir		
15:00 - 15:30	Bilgisayar Programlama 1	Fizik 1	M.E ve Y.A	İngilizce 1			
15:30 - 16:00	Oyun Teorisi	Mühendisliğe Giriş	M.E ve Y.A	İngilizce 1	Davranış Bilimlerine Giriş		
16:00 - 16:30	Oyun Teorisi	Mühendisliğe Giriş	M.E ve Y.A	Olasılık	Davranış Bilimlerine Giriş		
16:30 - 17:00	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)		İş Etüdü	Olasılık	Benzetim		
17:00 - 17:30	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Gönüllülük Çalışmaları	İş Etüdü	Olasılık	Benzetim		
17:30 - 18:00	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Gönüllülük Çalışmaları		Üretim Planlama 1	Benzetim		
18:00 - 18:30	Bilgisayar Programlama 1	Maliyet Muhasebesi 1		Üretim Planlama 1	Atatürk İlkeleri ve İnkilap Tarihi 1		
18:30 - 19:00	Bilgisayar Programlama 1	Maliyet Muhasebesi 1	İşletmelerde İletişim		Atatürk İlkeleri ve İnkilap Tarihi 1		
19:00 - 19:30	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Maliyet Muhasebesi 1	İşletmelerde İletişim	Teknik Resim	Türk Dili ve Edebiyatı 1		
19:30 - 20:00	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)			Teknik Resim	Türk Dili ve Edebiyatı 1		
20:00 - 20:30	Malzeme Bilgisi (2.sınıf)	Yöneylem Araştırması 1	İş Etüdü	İSG	Çizelgeleme		
20:30 - 21:00	Enerji Sistemleri Planlaması	Yöneylem Araştırması 1	İş Etüdü	Teknik Resim	Çizelgeleme		
21:00 - 21:30	Enerji Sistemleri Planlaması	Yöneylem Araştırması 1		Teknik Resim	Çizelgeleme		
21:30 - 22:00	Montaj Hattı Dengeleme	Üretim Sistemleri	Y.Z ve U.S	Oyun Teorisi	Lineer Cebir		



**Çizelge 5.22. Üçüncü model derslerin sapma değişkenleri**

Amaçtan Sapan Derslerin Günlere Göre Dağılımı				
	Ders	Öğrenci Sayısı	Atandığı Günler	Atandığı Saatler
1. Öğretim	Olasılık	84	Pazartesi	19:00 - 19:30
	Simülasyonla Vaka Analizi	14	Pazartesi	21:30 - 22:00
	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	20	Perşembe	21:30 - 22:00
	Oyun Teorisi	21	Pazar	21:30 - 22:00
2. Öğretim	Üretim Planlama 1	104	Pazartesi	08:00 - 08:30
	Enerji Sistemleri Planlaması	21	Salı	08:00 - 08:30
	Fizik 1	89	Salı	10:00 - 11:00
	Yalın Altı Sigma	19	Çarşamba	09:30 - 11:00
	Matematik 1	115	Perşembe	08:00 - 09:00
	Genel Ekonomi	82	Cuma	08:30 - 09:30
	Simülasyonla Vaka Analizi	17	Cuma	12:00 - 12:30
	Gönüllülük Çalışmaları	27	Cumartesi	08:00 - 08:30
	Simülasyonla Vaka Analizi	17	Pazar	08:00 - 08:30

**Çizelge 5.23. Üçüncü model-birinci öğretim dersleri öğretim elemanı atamaları**

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

**Çizelge 5.24. Üçüncü model-ikinci öğretim dersleri öğretim elemanı atamaları**

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

**Çizelge 5.25.** Üçüncü model-genel öğretim elemanı atamaları

Öğretim Elemanı	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
A1	7	5	3	0	0	0	1
A2	5	3	1	0	0	0	7
A3	0	0	7	5	3	1	0
A4	7	5	0	0	0	3	1
A5	3	1	0	0	0	7	5
A6	7	5	3	0	0	1	0
A7	0	0	0	7	5	3	1
A8	0	0	0	1	7	5	3
A9	7	5	3	0	0	1	0
A10	7	5	0	0	0	3	1
A11	0	0	0	7	5	3	1
A12	5	3	1	0	0	0	7
A13	7	5	3	0	0	0	1
A14	7	5	3	0	0	1	0
A15	7	5	0	0	0	3	1
A16	7	5	3	0	0	0	1
A17	7	5	3	0	0	1	0
A18	3	1	0	0	0	7	5
A19	0	0	0	7	5	3	1
A20	7	5	0	0	0	3	1

**Çizelge 5.26.** Üçüncü model öğretim elemanlarının tercihlerinin atanma yüzdeleri

İsteddiği Günlere Atanan Öğretim Elemanı Oranı	4. Tercihine (1) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	5. Tercihine (3) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	6. Tercihine (5) Atanan Öğretim Elemanı Oranı	7. Tercihine (7) Atanan Öğretim Elemanı Oranı
95%	20%	30%	25%	35%

**Çizelge 5.27.** Üçüncü model-öğretim elemanlarının ders verecekleri gün sayısı

2 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı	3 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı	5 Gün Ders Verecek Öğretim Elemanı Sayısı ve Oranı
9	6	5
45%	30%	25%

Çizelge 5.22’de yer alan sapma değişkenleri tespit edilmiş olup birinci öğretimler için Olasılık, Simülasyonla Vaka Analizi, Y.Z ve U.S ve Oyun Teorisi derslerinin ilk modelde yer alan hedefleri sağlamadığı belirlenmiştir. Saat 19:00’den sonra birinci öğretim için öğrencilerin istemediği saat dilimine denk geldiği için hedef bu dersler bazında sağlanamamıştır. İkinci öğretimlerde ise Üretim Planlama 1, Enerji Sistemleri Planlaması, Fizik 1, Yalın Altı Sigma, Matematik 1, Genel Ekonomi, Simülasyonla Vaka Analizi ve Gönüllülük Çalışmaları hedeften saptığı

gözlemlenmiştir. Saat 12:30'dan önce ikinci öğretim için öğrencilerin istemediği saat dilimine denk geldiği için hedef bu dersler bazında sağlanamamıştır.

Çizelge 5.23, Çizelge 5.24 ve Çizelge 5.25 incelendiğinde öğretim elemanlarının atandığı günlerin toplamı elde edilmiştir. A5 öğretim elemanı hariç diğer tüm öğretim elemanlarının mutlaka bir tercih ettiği güne ataması yapılmıştır. Modelin verimli çalıştığını buradan gözlemleyebiliriz. 4. tercihlerine atanan yani 1 puan olarak değerlendirdikleri günlere atanan öğretim elemanı sayısı ise 4 olup %20 oranına tekamül etmiştir. 5. tercihlerine atanan yani 3 puan olarak değerlendirdikleri günlere atanan öğretim elemanı sayısı ise 6 olup %30 oranına tekabül etmiştir. 6. tercihlerine atanan yani 5 puan olarak değerlendirdikleri günlere atanan öğretim elemanı sayısı ise 5 olup %25 oranına tekabül etmiştir. 7. Tercihlerine atanan yani 7 puan olarak değerlendirdikleri günlere atanan öğretim elemanı sayısı ise 3 olup %35 oranına tekabül etmiştir.

2 gün boyunca ders verecek öğretim elemanı sayısı 9 adet, 3 gün boyunca ders verecek öğretim elemanı sayısı 6 adet ve 5 gün boyunca ders verecek öğretim elemanı sayısı ise 5 adettir.

Ayrıca, A1,A8,A11,A15,A16,A19 ve A20 öğretim elemanları haricindeki 13 öğretim elemanının ders vereceği günler ardışık olarak ataması gerçekleşmiş olup günlerinde bir kopma olmadan derslerini verebileceklerdir.

Ders zorluk puanı kısıtına uyumluluğu incelediğimizde örneğin;

Birinci ve ikinci sınıflar arasındaki derslerden en zor olan dersleri seçelim;

Matematik 1 ve Lineer Cebir derslerini incelediğimizde birinci öğretimde Matematik 1 dersi Çarşamba ve Cuma günlerine atanırken, Lineer Cebir dersi ise 2 saati Çarşamba gününe 1 saati ise Çarşamba gününe atanmıştır ancak derslerin arasındaki süre uzunluğundan dolayı ve sadece 1 saat ataması öğretim elemanları tercihlerinde de bu öğretim elemanlarının tercihlerini dikkate aldığımızda iki öğretim elemanı da Çarşamba gününü ilk tercihler arasında göstermiştir.

Başka bir örnek olarak ise üçüncü ve dördüncü sınıf kümesinden zor dersleri incelediğimizde; Üretim Planlama 1 ve Çizelgeleme dersi 10 zorluk puanındalardır. İkinci öğretim çizelgesinde bu derslerin atandığı günleri incelediğimizde Üretim Planlama 1 dersi Pazartesi ve Perşembe günlerine atanırken, Çizelgeleme dersi ise Cuma gününe atanmış olup hedefin çalıştığı gözlemlenmiştir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Üniversitelerde ders programı çizelgesi hazırlamak her dönem başı bir problem olup çeşitli kısıtlar doğrultusunda sürekli farklılık gösterebilmektedir. Son dönemlerde yaşanan salgın hastalıkları, pandemi ve afet dönemleri sürecinde oluşan problemler insan hayatını olumsuz etkilemiştir. Bu süreçler her alanı olduğu gibi eğitim sistemini de etkilemiş çoğu eğitim kurumu UE sistemleri üzerinden eğitimlerine devam etmek zorunda kalmıştır.

Bu çalışmada Covid-19 pandemisi döneminde yaşanan uzun süreli salgın süreci boyunca çoğu eğitim kurumunun UE vermesine dayanarak ve literatürde konu hakkında daha önce bir çalışma görülmemesi üzerine bu boşluğu doldurmak amacıyla bu problem ele alınmıştır.

Hazırlanan modelde öğretim programlarındaki öğrencilerin istemedikleri zaman dilimleri ve hafta sonuna az sayıda öğrencinin ders alacağı şekilde çizelge hazırlanmış olup hedeflenen amaçlara ulaşılmıştır.

Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre ilk problemde 4 adet dersin hedeften saptığı tespit edildi. Bu sapmanın nedeni ise zamanın kısıtlı olması ve hafta sonuna olabildiğince az sayıda öğrencinin yer aldığı dersleri atayabilmektir. Bu adımda sapmanın yaşanmaması ve diğer modellerde de bunu sürdürebilmek adına hafta içi istenmeyen saatleri genişleterek yine hafta sonuna ders atanmaması sağlanabilir. Sonraki çalışmalarda bu kısıt dikkate alınabilir. Diğer modeller de incelendiğinde modellere ek olarak eklenebilecek öneriler şu şekildedir;

- Saat aralığını genişleterek bu problemdeki sapmaları engellenebilir.
- Ardışıklık kısıtına ek olarak 4 saatlik derslerin ayrı ayrı günlere atanmasını sağlayacak bir kısıt yazılabilir.

- Öğretim elemanlarının tercih sırasında hiç tercih etmedikleri günlerin sayısının azaltılması adına ise tercih ettiği günlerin sayıları 5 güne çıkarılarak buradaki tatmin artırılabilir.
- Bölüm dışından ders veren öğretim elemanlarının diğer bölümlere de ders verdiği düşünülerek burada dönem içinde veya başında o öğretim elemanının derslerinin çakışmaması adına kısıtlar içerisine belirli zaman dilimlerine bu öğretim elemanının derslerinin ataması zorunlu bir şekilde yapılabilir.

Ek olarak uzaktan eğitim derslerinde yüksek sayıda öğrencinin giriş yapmasından dolayı sanal dersliklere erişim problemleri yaşanmaktadır. Bu problem server sayısı ve eşik değeri ile doğru orantılıdır. Server sayısı, uygulamanın ne kadar yüksek trafik aldığına ve bu trafiği nasıl işlediğine bağlı olarak değişebilir. Eğer uygulama düşük trafik alıyorsa, tek bir server yeterli olabilir. Ancak yüksek trafik durumlarında birden fazla server kullanmak gerekebilir. Bu sayede, yük dengeleme yaparak serverların performansını arttırabilir ve eşik değerlerinin aşılmadan önce yük paylaşımı sağlayabiliriz.

Eşik değeri ise, uygulamanın ne kadar yüksek trafik aldığına bağlı olarak değişir. Eşik değeri, uygulamanın belirli bir noktadan sonra artan yüklenmeyle başa çıkamayacağı noktadır. Eşik değeri aşıldığında, uygulama yavaşlar veya hatta çökebilir. Bu nedenle, eşik değeri ölçümü ve yük testleri yaparak, serverların kapasitelerini belirlemek ve yük dengelemesi yapmak önemlidir. Eşik değeri aşılmadan önce yük paylaşımı sağlamak, uygulamanın sürekli olarak yük altında kalmasını engeller ve kullanıcıların deneyimini olumsuz etkilemez.

Özetle, server sayısı ve eşik değerleri, uygulamanın performansını doğrudan etkileyen faktörlerdir. Server sayısı ve eşik değerleri, ihtiyaca göre doğru şekilde belirlenmeli ve yük testleriyle doğrulanmalıdır. Bu sayede, uygulamanın performansı arttırılabilir ve yüksek trafik durumlarında dahi öğrenciler iyi bir deneyim yaşayabilir.

## KAYNAKLAR

Alakaş, H.M. ve Yazıcı, E. (2021). Hedef programlama ile toplu ulaşım da araç çizelgeleme probleminin çözümü: Kırıkkale kampüs hattı örneği. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(2), 417-427.

Altunay, H. ve Eren, T. (2016). Ders programı çizelgeleme problemi için 0-1 tamsayı programlama modeli ve bir örnek uygulama. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 473-488.

Badri, M.A. (1996). A two-stage multiobjective scheduling model for [faculty-course-time] assignments. *European Journal of Operational Research*, 94(1), 16-28.

Bakır, M.A. ve Aksop, C. (2008). A 0-1 integer programming approach to a university timetabling problem. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 37(1), 41-55.

Barnhart, C., Bertsimas, D., Delarue, A. ve Yan, J. (2021). Course Scheduling Under Sudden Scarcity: Applications to Pandemic Planning. *Manufacturing & Service Operations Management*, 24, 727-745.

Burke, E. ve Petrovic, S. (2004). *University timetabling. Handbook of Scheduling: Algorithms, Models and Performance Analysis*. Chapman & Hall Chapter: 45.

Burke, E., Petrovic, S. ve Qu, R. (2006). Case-based heuristic selection for timetabling problems. *Journal of Scheduling*, 9, 115-132.

Burke, E.K., Jakub, Parkes, Andrew, Rudová ve Hana. (2012). A branch-and-cut procedure for the Udine Course Timetabling problem. *Annals of Operations Research*, 194, 71-87.

Carter, M.W., Laporte, G. ve Lee, S.Y. (1996). Examination Timetabling: Algorithmic Strategies and Applications. *The Journal of the Operational Research Society*, 47, 373-383.

Carter, M.W. ve Laporte, G. (1997). Recent Developments in Practical Course Timetabling. *International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling*.

Cavdur, F., ve Kose, M. (2016). A fuzzy logic and binary-goal programming-based approach for solving the exam timetabling problem to create a balanced-exam schedule. *International Journal of Fuzzy Systems*, 18(1), 119-129.

Ceylan, Z., Yüksel, A., Yıldız, A. ve Şimşak, B. (2019). Sınav çizelgeleme problemi için hedef programlama yaklaşımı ve bir uygulama. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, 12(2), 942-956.

Chaudhuri, A. ve De, K. (2010). Fuzzy genetic heuristic for university course timetable problem. *Int. J. Advance. Soft Comput. Appl*, 2(1), 100-123.

Chen, R.M. ve Shih, H.F. (2013). Solving University Course Timetabling Problems Using Constriction Particle Swarm Optimization with Local Search. *Algorithms*, 6, 227-244.

Chiarandini, M., Birattari, M., Socha, K. v.d. (2006). An effective hybrid algorithm for university course timetabling. *J Sched*, 9, 403-432.

Daskalaki, S. ve Birbas, T. (2005). Efficient solutions for a university timetabling problem through integer programming. *European Journal of Operational Research*, 160(1), 106-120.

Daskalaki, S., Birbas, T. ve Housos, E. (2004). An integer programming formulation for a case study in university timetabling. *European Journal of Operational Research*, 153, 117-135.



Demir, Y. ve Çelik, C. (2016). Müfredat bazlı akademik zaman çizelgeleme probleminin çözümüne tam sayılı doğrusal programlama yaklaşımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(1), 145–159.

Dimopoulou, M. ve Miliotis, P. (2001). Implementation of a university course and examination timetabling system. *European Journal of Operational Research*, 130(1), 202-213.

Günalay, Y. ve Şahin, T. (2006), A decision support system for the university timetabling problem with instructor preferences. *Asian Journal of Information Technology*, 5(12), 1479–1484.

Khamechian, M. ve Petering, M.E.H. (2021). A mathematical modeling approach to university course planning. *Computers & Industrial Engineering*, 168, ISSN 0360-8352.

Koçtepe, S., Eren, T. ve Cürebal, A. (2021). Hedef programlama yöntemi ile akaryakıt istasyonları tanıtımı için personel çizelgeleme problemi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.

Köçken, H.G., Özdemir, R. ve Ahlatçioğlu, M. (2014). Üniversite ders zaman çizelgeleme problemi için ikili tamsayı bir model ve bir uygulama. *Journal of the School of Business Administration Istanbul University*, 43(1), 28-54.

MirHassani, S.A. (2006). A computational approach to enhancing course timetabling with integer programming. *Applied Mathematics and Computation*, 175, 814–822.

Mirravazi, S.K., Mardle, S.J. ve Tamiz, M. (2003). A two-phase multiple objective approach to university timetabling utilising optimisation and evolutionary solution methodologies. *Journal of the Operational Research Society*, 54, 1155-1166.

Tavakoli, M.M., Shirouyehzad, H., Lotfi, F.H. ve Najafi, S.E. (2020). Proposing a novel heuristic algorithm for university course timetabling problem with the quality of courses rendered approach; a case study. *Alexandria Engineering Journal*, 59(5), 3355-3367, ISSN 1110-0168,

Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Akademik Veri Yönetim Sistemi,  
avys.omu.edu.tr/storage/app/public/tlsenel/133355/5.%20HAFTA%20Hedef%20Pro  
gramlama.pdf, İndirilme Tarihi: 10.02.2023.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Akademik Veri Yönetim Sistemi,  
avys.omu.edu.tr/storage/app/public/tlsenel/118010/4.%20HAFTA%20Hedef%20Pro  
gramlama.pdf, İndirilme Tarihi: 10.02.2023

Paechter, B., Gambardella, L.M. ve Rossi-Doria, O. (2002). International timetabling competition 2002.

Perera, T.L ve G.H.J. (2016). A Model to Optimize University Course Timetable Using Graph Coloring and Integer Linear Programming. *IOSR Journal of Mathematics*, 12. 13-18.

Schaerf, A. (1999). A survey of automated timetabling. *Artificial Intelligence Review*, 13, 87-127.

Song, T., Liu, S., Tang, X., Peng, X. ve Chen, M. (2018). An iterated local search algorithm for the university course timetabling problem. *Applied Soft Computing*, 68, 597-608.

Suqi, Z. ve Xinxin, W. (2021). Intelligent Course Scheduling System Based on Case-based Reasoning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1920, 012086

Taş, C., Eren, T. ve Bedir, N. (2018). 0-1 tamsayılı programlama ile ders programı çizelgeleme probleminin çözümü: bir yükseköğretim kurumunda uygulama. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3), 166-175.

Uçar, U., İşleyen, S. ve Demir, Y. (2015). Üniversite ders çizelgeleme probleminin bulanık ahp ve çok amaçlı karışık tam sayılı matematiksel modelle çözümü. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3 (3), 513-523.

Yasari, P., Ranjbar, M., Jamili, N. ve Shaelaie, M.H. (2019). A two-stage stochastic programming approach for a multi-objective course timetabling problem with courses cancelation risk. *Computers and Industrial Engineering*, 130, 650-660.

Yurtsal, A. ve Kaynar, O. (2019). Ders programı çizelgeleme probleminin genetik algoritma ile optimizasyonu. *Journal of Information Systems and Management Research*, 1(1), 9-1.

Zheng, S., Wang, L., Liu, Y. ve Zhang, R. (2015). A simulated annealing algorithm for university course timetabling considering travelling distances. *International Journal of Computing Science and Mathematics*, 6. 139.

Wren, A. (1996). Scheduling, timetabling and rostering—a special relationship?. In: Practice and Theory of Automated Timetabling: First International Conference Edinburgh, UK, August 29–September 1, 1995 Selected Papers 1. *Springer Berlin Heidelberg*, 46-75



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Mustafa Uğurlu

Doğum Tarihi: 1997

Yabancı Dil : (B2)

Eğitim Durumu:

Yüksek Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği (2019 – 2023)

Lisans : Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği (2015 – 2019)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl/Yıllar:

Projefen Teknoloji Müh. A.Ş (2021 – devam etmekte)

Ecose Konfeksiyon İthalat İhracat San. Tic. A.Ş (2019 – 2021)