



Hedef Programlama İle Uzaktan Eğitim Ders Programı Çizelgeleme Problemi Ve Bir Örnek Uygulama

The Problem Of Schedule Of Distance Education Lesson Schedule With Goal Programming And An Example Application

Hacı Mehmet Alakaş^{1*}, Mustafa Uğurlu¹

¹Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 71450 Yahşihan, Kırıkkale, TÜRKİYE

Başvuru/Received: 18/05/2022 **Kabul / Accepted:** 08/09/2022 **Çevrimiçi Basım / Published Online:** 31/01/2023

Son Versiyon/Final Version: 31/01/2023

Öz

Üniversitelerde ders programı çizelgesi oluşturulması, karışık ve hazırlanması zaman alan bir süreçtir. Ders programı çizelgeleme problemi 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 döneminin getirmiş olduğu şartlardan dolayı eğitim sisteminin yüz yüze yapılamaması ve bunun sonucunda uzaktan eğitim ile derslerin ilerlemesi ile ilgili olarak uzaktan eğitim ders programı çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Pandemi eğitim sürecinde büyük bir değişikliğe yol açmış ve uzaktan eğitim şartlarından dolayı ele alınan problem literatürdeki diğer çalışmalara göre kısıtları farklılık göstermektedir. Ele alınan bu problemde derslerin ait oldukları sanal dersliklere atanması ve hafta sonu derslerin atanabilmesi gibi kısıtları içermektedir. Çalışmada ders programı çizelgeleme alanında yapılmış çalışmalar ele alındıktan sonra Kırıkkale Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Endüstri Mühendisliği 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 dikkat alan bir hedef programlama modeli önerilmiştir. Model bir optimizasyon programı ile çözümlenerek ders çizelgesi elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler

"0-1 Tamsayı Programlama, Ders Programı Çizelgeleme, Uzaktan Eğitim, Çizelgeleme, Hedef Programlama"

Abstract

Creating a curriculum schedule in universities is a complex and time-consuming process. The syllabus scheduling problem is also a time scheduling problem that expresses the allocation of the course and the instructors responsible for these courses to the most appropriate time slots, considering the problem's constraints and the institution's characteristics. In this study, the distance education course scheduling problem is discussed concerning the fact that the education system cannot be made face-to-face due to the conditions brought by the pandemic period, and as a result, the progress of distance education and courses. The pandemic has caused a significant change in the education process, and the problem addressed due to the distance education conditions differs from other studies in the literature. This problem discussed includes constraints such as assigning the courses to the virtual classrooms they belong to and assigning the weekend courses. In the study, after the studies in the field of curriculum scheduling were discussed, the course scheduling problem of the Kırıkkale University Engineering and Architecture Faculty Industrial Engineering Department was analyzed. A goal programming model has been proposed that considers not to assign the courses to be taken by the regular teaching students to the late hours, the courses to be taken by the secondary teaching students to the early hours, and the courses to be taken on the weekend. The model was solved with an optimization program, and the course schedule was obtained.

Key Words

"0-1 Integer Programming, Course Scheduling, Distance Education, Scheduling, Goal Programming"

*Sorumlu Yazar: hmalagas@kku.edu.tr

1. Giriş

Eğitim öğretim sürecinde ders programının hazırlanması bir eğitim kurumunda öne çıkan süreçlerdendir. Etkili bir şekilde bu sürecin yönetilebilmesi için ders planının hazırlanması mümkün olduğunca iyi düzenlenmelidir. Bir akademik kurumdaki tüm operasyonel kuralları ve ihtiyaçları karşılayan, aynı zamanda personelin ve öğrencilerin birçok istek ve gereksinimlerini karşılayan bir zaman çizelgesinin oluşturulması, çizelgeyi hazırlayacak personel için önemli ancak son derece zor bir iştir. Çoğu kurumda bu görev idari bir personele bırakılmıştır ve bu mevcut uygulama, önceki yılların zaman çizelgelerinin küçük değişikliklerle tekrarlanarak oluşturulması ile sonuçlanmıştır. Ancak son yıllarda yaşanan olaylar ve gereksinimler sebebiyle bu yöntem işlevsel bir kullanım ortaya koyamamaktadır. Bu koşullar altında hem donanım hem de yazılım teknolojilerinde kaydedilen ilerlemenin ışığında bilimsel, verimli ve arzu edilir zaman çizelgeleri oluşturmak için yazılımlar geliştirilmektedir.

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. Covid-19 ve pandemi şartları ile birlikte gelişen uzaktan eğitim modelleri yeni problemleri ortaya çıkarmıştır. Bunlardan bir tanesi de uzaktan eğitim ders programı çizelgeleme problemidir. Öğrenci, öğretim üyesi vb. kriterleri dikkate alınarak bu ders programlarının hazırlanması gerekmektedir.

Bu çalışmada pandemi ile daha çok yaygınlaşmasından dolayı ve literatürde konu ile ilgili boşluğu doldurmak amaçlanarak uzaktan eğitim ders çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Uzaktan eğitimin özel şartları da dikkate alınarak üniversitenin bir bölümü için güz dönemi derslerinin çizelgelenmesi planlanmıştır. Önerilen hedef programlama yöntemi ile problemin çözümü elde edilmiştir ve analizler sunulmuştur.

Çalışmanın ikinci bölümünde, literatürde bulunan tamsayı ve hedef programlama formülasyonlarına odaklanan zaman çizelgeleme problemlerinin kısa bir incelemesi sunulmuştur. Ardından üçüncü bölüm, modelimizin arkasındaki mantığı açıklamaktadır. Dördüncü bölümde, kullanılacak olan programlama yöntemi hakkında bilgi verilmektedir. Beşinci bölümde Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü ile ilgili verilen derslere yönelik özellikler açıklanmakta ve problemin formülasyonu, kısıtların tam tanımını ve modelin amaç fonksiyonunu içeren kısımlar yer almaktadır. Çizelgenin, hazırlanan yazılım programından elde edilen sonucu hakkındaki yorumlar ve önerilerin olduğu kısım altıncı bölümde verilmiştir.

2. Literatür Araştırması

Ders programı çizelgeleme probleminde kullanılan yöntemler arasında, 0-1 tamsayılı matematiksel model, doğrusal matematiksel modelleme, hedef programlama, genetik algoritma, karınca kolonisi, bulanık mantık ve metasezgisel yöntemler gibi birçok yöntemin öne çıktığı görülmüştür.

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 büyüklenmesi 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 çözümü ile sınav çizelgeleme probleminin bazı sezgisel yöntemlerle çözümünde kullanarak iki problem için de gerekli çizelgelerin oluşturulmasını sağlamıştır. Daskalaki ve diğerleri (2004), birçok üniversitede ders programı çizelgeleme problemini 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 tamsayılı 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 minimize edilen 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. Bakır ve Aksop (2008), ders programı çizelgeleme problemini çözmek için önce verileri indekslere göre alt gruplara ayırarak çözüm uzayını daraltmışlar ve daha sonra problemi en uygun şekilde çözebilmişlerdir. Chaudhuri ve De (2010), ders programı çizelgeleme probleminin çözümü için bulanık genetik sezgisel algoritma yöntemini önermişlerdir. 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. Demir ve Çelik (2016), unvanlarına göre öğretim üyelerinin memnuniyetini amaç edinen, daha yüksek unvana sahip bir öğretim üyesinin daha memnun olmasını hedefleyen tam sayılı doğrusal programlama ile bir model geliştirmişlerdir. Altunay ve Eren (2016), 0-1 tamsayılı modelleme yöntemi kullanarak öğretim üyelerinin tercihlerini olabilecek en üst düzeyde karşılamaya yönelik bir model geliştirerek en uygun çözüme ulaşmışlardır. Uçar ve İşleyen (2016), hazırladıkları modellerde birçok farklı senaryo ortaya koymuşlardır. Taş ve diğerleri (2018), 0-1 tamsayılı matematiksel modeli ile öğretim üyelerinin memnuniyeti 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), ders programı çizelgeleme problemini çözmek için yinelemeli bir yerel arama algoritması geliştirerek katı kısıtlarına ek olarak, her dersin teknik olarak atanabilir bir sınıfa ve saat dilimine atanmasına ilişkin katı kısıtlamaları gevşetilmiş 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 ders programı çizelgeleme problemini ele almıştır. Ceylan ve diğerleri (2019), geliştirdiği hedef programlama modeli ile iki farklı amaca ulaşmak istemiştir. Birinci amaç, sınavlara giren öğrencilerin başarısını maksimize ederek bununla birlikte geçmiş senelerin ders başarı yüzdelelerini de dikkate alarak aynı güne atanan başarı oranı düşük sınavların birbirine yakın saat dilimlerine atanmasını engelleyen ceza matrisi kullanılmış ve birinci amaç fonksiyonunu minimize etmeye çalışmıştır. Yurtsal ve Kaynar (2019), yaptıkları çalışmada bir fakülteye ait 9 bölümün bilgilerini içeren bir dosyada bulunan bilgilerin değiştirilerek farklı eğitim kurumlarına uygulanabileceği bir program hazırlanmıştır. Khamechian ve Petering (2021), ders programı çizelgeleme probleminde, 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.

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

3. Ders Programı Çizelgeleme Problemi

Ders programı çizelgeleme problemi, 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.

Hazırlanacak olan ders programı çizelgeleri, öğretmenlerin verecekleri derslerin birbiri ile çakışmamasını hedefleyerek her zaman uygulanması gereken zorunlu kısıtlar ve esnek kısıtlar olarak eğitim kurumlarının belirlediği amaçlar doğrultusunda yapılmaktadır. Zorunlu kısıtlamalar, derslerin uygun sürelerle ayrılmasını sağlayan tabloyu oluşturmak için yerine getirilmesi gereken kısıtlamalardır. Öte yandan, esnek kısıtlarda ise ifade edilen hedefler zorunlu değildir, ancak uygulanırsa çözümün kalitesinin artmasına yardımcı olur (Taş vd., 2018). Zorunlu kısıtlara örnek verecek olursak; Aynı zaman diliminde bir öğretim elemanı birden fazla ders veremez. Bir diğer örnek ise tüm dersler, ders programına haftalık ders saati kadar ataması yapılması gerekmektedir. Esnek kısıtlara örnek verecek olursak; Dersler, mümkün olabildiğince günlerin son saatlerine atanmamalıdır.

Ders programı çizelgeleme probleminin çözümünde kullanılacak gerekli bilgilerin tamamının verilerine net bir şekilde ulaşıldıktan sonra kısıtlar dahilinde bir amaç belirlenip model kurulumu yapılmalı ve çıkan sonuçların olabilirliği de kontrol edilip en uygun senaryo uygulanmalıdır. Problemin çözümü için genel olarak ihtiyaç duyulan veriler; derslerin haftalık ders saatleri, dersi veren öğretim üyesi, dersin verildiği şube bilgisi, derslerin atanabileceği sınıf sayısı ve kapasiteleri olduğu söylenebilir (Altunay ve Eren, 2016). Uzaktan eğitim ders programı çizelgeleme probleminde örgün eğitime göre dikkat çeken en büyük faktörlerden bir tanesi derslik kısıtıdır. Uzaktan eğitimde üniversitelerin sunmuş olduğu sistemlere göre sanal sınıflar yer almaktadır ve her bölüme özgü bir sanal sınıf ayrılacağı için derslik çakışması olmamaktadır. Uygulamanın yapıldığı bölümde de iki sanal sınıf bulunmaktadır.

Schaerf (1999), eğitim planlaması problemini üç gruba ayırmıştır: dersleri haftalık müfredatlara atayan ders programı çizelgeleme, üniversite derslerini haftalık müfredatlara atayan ders programı çizelgeleme ve üniversite sınav problemlerini planlayan üniversite sınav çizelgeleme problemi. Bununla birlikte Burke ve Petrovic (2004), ders programı çizelgeleme problemini iki sınıfa ayırmıştır: ders çizelgeleme ve sınav çizelgeleme. Bu çalışmada üniversite ders çizelgeleme problemi uzaktan eğitim şartları da dikkate alınarak ele alınmıştır.

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.

Hedef programlama 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).

Hedef programlama modeli, çok amaçlı programlama modellerinin bir türüdür. Hedef programlama modelinde, amaç fonksiyonları için ulaşılmak istenen erişim değerlerini(hedefleri) karar vericinin belirlemesi ve her bir hedef fonksiyonu için sapma değişkenlerinin tanımlanması gerekir.

Hedef programlama yöntemi, matematiksel model yaklaşımlarının yaygın bir şekilde kullanılan yöntemlerindedir. 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.

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.

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. Hedef programlama modelinde; hedefler için belirlenen erişim düzeylerinden oluşabilecek istenmeyen sapmalar minimize edilir. Model genel olarak aşağıdaki gibidir:

Parametreler

Q: Hedef sayısı

P: Kısıt sayısı

M: Karar değişkeni sayısı

Z: Amaç Fonksiyonu

X_{ij} : j.işin i. kaynak tüketim miktarı

D_j : j.işin karar değişkeni

F_j : Max kaynak miktarı

d_i^- ve d_i^+ sapma değişkenleri

Amaç Fonksiyonu

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

Kısıtlar

Hedef Kısıtlar

$$\sum_{j=1}^M (X_{ij}D_j - d_i^- + d_i^+) = F_j \quad \forall i = 1 \dots Q \quad (2)$$

Sistem Kısıtları

$$\sum_{j=1}^M X_{ij}D_j = F_j \quad \forall i = Q + 1 \dots Q + P \quad (3)$$

$$d_i^-, d_i^+, D_j \geq 0, \forall i, j \quad (4)$$

5.Uzaktan Eğitim Ders Programı Çizelgeleme ve Bir Uygulama

Bu bölümde Şekil 1'de verilen akış şemasına uygun olarak problemin adımları takip edilmiştir ve her bir adımda yapılan çalışmalardan bahsedilmiştir.



Şekil 1. Uzaktan Eğitim Ders Programı Çizelgeleme Problemi Uygulama Akış Şeması.

5.1. Problemin Tanımı

Bu çalışmada uzaktan eğitim ders programı çizelgeleme problemi ele alınmıştır. Problemin ele alınmasındaki neden ise literatürde konu ile ilgili bir boşluk bulunması ve bunun doldurulmaya çalışılması ile birlikte pandemi sürecinde yaygınlaşan bu uzaktan eğitim sistemi için bir modele rastlanmamasıdır. Çalışmada önerilen model Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümüne ait veriler ile test edilmiştir. Uzaktan eğitim ders programı problemi modelinin hazırlanması için bölümün 2020–2021 güz dönemi dersleri dikkate alınarak çizelge hazırlanmıştır. Uzaktan eğitim programlarının pandemi döneminde artması ile birlikte alışılmış ders programı çizelgeleme problemlerinden farklı olarak sanal sınıf ortamlarına uygun olarak belirlenen kısıtlar ve model doğrultusunda çizelge oluşturulmuştur. Derslerin en verimli şekilde işlenebilmesi öğrencilerin hafta sonu ve hafta içi belirlenen saatlere daha az dersin atandığı çizelgeler oluşturulmuştur.

5.2. Verilerin toplanması

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

Uzaktan eğitim verilecek dersler haftanın tüm günlerinde sabah 08:00 ile 22:00 arasında olup 28 zaman diliminde verilebilmektedir. Her ders 30 dk sürmektedir. Şubelerin ders zamanlarının bir ayrımı yoktur.

Dersler uzaktan eğitim 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.

Endüstri Mühendisliği 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 (Tablo 1).

Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği 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 EK-A ve EK-B'de verilmiştir.

Tablo 1. Endüstri Mühendisliği Bölümü Güz Yarıyılı Dersleri

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

5.3. Varsayım ve Kabuller

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

- Birinci öğretim öğrencilerinin akşam saat 19.00'dan sonra ve ikinci öğretim öğrencilerinin 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 yapılabilir.
- Her bir dersin atandığı zaman diliminde o dersi verecek öğretim elemanının başka bir dersi olmaması gerekmektedir.
- Aynı zaman diliminde normal ve ikinci öğretim dersleri yapılabilir.
- 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 fazla olan derslerin, mümkün olduğunca hafta sonuna atanması istenmektedir.

5.4. Hedef Programlama Modeli

Parametreler:

i: Dersler

j: Günler

t: Zaman Dilimleri

l: Akademisyenler

D_i : i. dersin haftalık toplam ders saati

F_i : i. dersin alan öğrenci sayısı

G_l : l. öğretim elemanının vermiş olduğu dersler kümesi

I_1 : Birinci öğretim dersleri kümesi

I_2 : İkinci öğretim dersleri kümesi

Karar değişkeni:

X_{ijt} : 1, i. ders j. günün t. ders saatine 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

Ders programı çizelgeleme probleminin çözümü için sunulan hedef programlama modeline yönelik istenen karar değişkeni; ders, gün ve zaman dilimi bilgilerini içermekte olup, 0-1 tamsayı özellikte bir değişken olarak verilmiştir.

Kısıtlar

- Bir öğretim elemanının verdiği dersler aynı ders saatine atanmamalıdır (Denklem 5).

$$\sum_{i \in G_l} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (5)$$

- Birinci öğretim dersleri aynı ders saatine atanmaması (Denklem 6), ve ikinci öğretim dersleri aynı ders saatine atanmaması kısıtları (Denklem 7).

$$\sum_{i \in I_1} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (6)$$

$$\sum_{i \in I_2} X_{ijt} \leq 1 \quad \forall (j, t) \quad (7)$$

- Tüm dersler haftalık ders saatleri kadar ataması yapılmalıdır (Denklem 8).

$$\sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^r X_{ijt} = D_i, \forall i \quad (8)$$

- 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 atanmalı, arasına herhangi bir ders girmemelidir. 3 saatlik dersler ise 2+1 veya 3+0 şeklinde atanmalıdır (Denklem 9).

$$X_{ijt} - X_{ij(t+1)} - X_{ij(t-1)} \leq 0; \quad \forall (i, j, t) \quad (9)$$

- Birinci öğretim öğrencilerinin saat 19.00'dan sonra ders istemediklerini içeren hedef kısıt (Denklem 10) ve ikinci öğretim öğrencilerinin saat 12:30'dan önce ders istemediklerini belirten hedef kısıt (Denklem 11).

$$\sum_{i \in I_1} \sum_{t=23}^{28} F_i * X_{ijt} - d_{j2}^+ + d_{j2}^- = 0; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (10)$$

$$\sum_{i \in I_2} \sum_{t=1}^{10} F_i * X_{ijt} - d_{j1}^+ + d_{j1}^- = 0; \quad j \in (1, \dots, 5) \quad (11)$$

- Hafta sonuna az sayıda öğrencinin olduğu dersin atanmasını sağlayacak kısıt (Denklem 12) gibidir.

$$\sum_{i=1}^{34} \sum_{t=1}^{28} F_i * X_{ijt} - d_{j3}^+ + d_{j3}^- = 0; j \in (6,7) \quad (12)$$

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. Ayrıca, hafta sonuna da ders atanması hem öğretim elemanları hem de öğrenciler tarafından istenmemektedir. Bu istekler dikkate alınarak belirtilen saatlere atanan derslerin olabildiğince alan öğrenci sayısı az olan ders olması için ilgili sapma değişkenlerinin enküçüklenmesi hedeflenmiştir (Denklem 13).

$$\text{Min } \sum_{j=1}^7 (d_{j1}^+ + d_{j2}^+ + d_{j3}^+) \quad (13)$$

5.5. Sayısal Sonuçlar

Çalışmanın uygulama safhasında önerilen hedef programlama modeli ile Kırıkkale Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümünün 2020-2021 güz yarıyılına ait uzaktan eğitim ders programı hazırlanmıştır. Kırıkkale Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde lisans programında güz yarıyılı döneminde verilen dersler, dersleri verecek akademisyenler, derslerin haftalık saati ve dersleri alan öğrenci sayılarına ait veriler birinci öğretim için Ek-A, ikinci öğretim için ise Ek-B'de verilmiştir.

Varsayım kısmında belirtildiği üzere 7 gün boyunca haftanın her günü eğitim verilmektedir. 68 adet ders bulunmaktadır. Derslerin her biri birbirleriyle çakışmayacak şekilde iki sanal sınıfta çizelgelenmiştir. İstenen kısıtlar doğrultusunda birinci öğretim öğrencilerinin olabildiğince saat 19.00'dan sonra, aynı şekilde ikinci öğretim öğrencilerinin de saat 12.30'dan önce ders almamaları sağlanacak şekilde çizelgeler oluşturulmuştur. 28 zaman dilimine ayrılan günlerin ders başlama saati 08.00 olup bitiş saati 22.00'dır. Her bir zaman dilimi yarım saatlik bölümden oluşmaktadır.

İlk senaryo çözümünü alırken ağırlıkları 1 olarak alıp çözüme ulaştık. İkinci senaryoda ise hedef sapma değişkenlerinden d1 ve d2 değişkenlerinin ağırlık katsayılarını 0,25 alırken, d3 hedef sapma değişkenini ise 0,5 katsayısı ile birlikte hesapladık. İkinci senaryoda bu katsayıların eklenmesi d3 değişkeninin önemini daha artırdığı için hafta sonuna ders atanması yapılmadı, öğrenciler için de öğretim elemanları için de 2 günlük boşluk oluşturulduğu görülmektedir. Birinci senaryoda ikinci senaryoya göre 3 saatlik dersleri arka arkaya atamasını daha fazla yaparken ikinci senaryoda 2+1 şeklinde atamaların daha fazla yapıldığı görülmektedir, bu da dersin verimliliğini etkileyebilir. İkinci öğretim dersleri belirlenen zaman aralığında hiç boşluk olmadan atanması iki senaryoda da yapılmıştır, bu durum oluşabilecek bir sonucu probleminde dersin ertelenmesini veya dersin o gün gerçekleşmeyeceği gibi problemler doğurabilir. Senaryolara göre atanan derslere göre amaç fonksiyonunda belirtilen hedeflerden sapan değerlerin atandığı günlerin tablosu Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Amaçtan Sapan Derslerin Günlere Göre Dağılımı

Ders	Öğrenci Sayısı	1. Senaryoda Atanan Günler	2. Senaryoda Atanan Günler
Simülasyonla Vaka Analizi	17	Salı, Cumartesi, Pazar	Çarşamba
2.ÖĞRETİM Mühendislikte Deney Tasarımı	17	Perşembe	Perşembe, Cuma
Çizelgeleme	10	Salı, Cumartesi	Çarşamba, Perşembe

6. Sonuç ve Öneriler

Üniversitelerde ders programı çizelgesi hazırlamak her dönem başı bir problem olup çeşitli kısıtlar doğrultusunda sürekli farklılık gösterebilmektedir. Son dönemlerde yaşanan salgın hastalıkları, Covid-19 pandemisi sürecinde oluşan problemler insan hayatını olumsuz etkilemiştir. Bu süreçler her alanı olduğu gibi eğitim sistemini de etkilemiş çoğu eğitim kurumu uzaktan eğitim sistemleri üzerinden eğitimlerine devam etmek zorunda kalmıştır.

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

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

Oluşan çizelge sonrası elde edilen sonuçlara bakıldığında ilk senaryoda, istenildiği gibi birinci öğretim derslerinin tamamı hafta içine yerleştirilmiş ve 19.00'dan sonra hiç ders ataması yapılmamıştır. İkinci öğretim dersleri ise hafta içi dört zaman dilimlik ders 12.30'dan önceye atanmıştır. Bu dersler dışında diğer dersler saat 12.30'dan sonraya atanmıştır. Ayrıca hafta sonuna üç zaman dilimine iki dersin atandığı görülmektedir (Çizelgeleme 1 saat, Simülasyonla Vaka Analizi Cumartesi 1 saat, Simülasyonla Vaka Analizi Pazar 1 saat). Bu derslerden Çizelgeleme dersini alan öğrenci sayısı 10, Simülasyonla Vaka Analizi dersini alan öğrenci sayısı ise 17 olup bu dersler ikinci öğretim dersleri arasında en az öğrenci sayısına sahip derslerdir.

İkinci senaryoda da aynı şekilde birinci öğretim derslerinin tamamı hafta içine yerleştirilmiş ve 19.00'dan sonra hiç ders ataması yapılmamıştır. İlk senaryoya göre burada ortaya çıkan sonuçta ikinci öğretim dersleri hafta içi altı zaman dilimlik ders olarak 12.30'dan önceye atanmıştır. İlk senaryoda hafta sonuna üç zaman dilimlik ders atanmıştı burada hafta sonuna hiç ders ataması yapılmadığı görülmüştür.

Varsayımlarımız arasında yer alan ders ardışıklığına göre atamaların yapıldığı derslerden örnekler verecek olursak; 3 saatlik ders olan ve 2. sınıf dersi olan Malzeme Bilgisi dersi iki senaryoda da ve birinci ile ikinci öğretim için oluşan ders programında kısıtlarımızdaki gibi 3 saat ardışık şekilde ataması yapılmıştır. 4 saatlik Matematik 1 dersi 2+2 şeklinde atamasının yapılmasını kısıtlarda belirttiğimiz gibi 2+2 şeklinde çizelgede yerini almıştır. 2 saatlik dersler ise tamamı ardışık olacak şekilde atamaları yapılmıştır.

Uygulama sonucunda elde edilen çizelgelere bakılarak öğrencilerin ders görmek istemedikleri zaman dilimlerine ek olarak öğretim elemanlarının da istekleri dikkate alınarak sonraki çalışmalarda geliştirilebileceği öngörülmüştür. Ek olarak uzaktan eğitim sisteminin yaygınlaşması ile ilgili ve pandemi gibi ileriki dönemlerde yaşanacak olaylara tedbir amaçlı çalışmanın uzaktan sistem ile faaliyetlerini sürdürebilecek alanlar için de kısıtlar oluşturarak geliştirileceği düşünülmektedir.

Referanslar

- Alakaş, H.M., & Yazıcı, E. (2021). Hedef Programlama ile Toplu Ulaşımında Araç Çizelgeleme Probleminin Çözümü: Kırıkkale Kampüs Hattı Örneği. *International Journal of Engineering Research and Development*, 13(2), 417-427.
- Altunay, H., & Eren, T. (2016). DERS PROGRAMI ÇİZELGELEME PROBLEMİ İÇİN 0-1 TAMSAYILI PROGRAMLAMA MODELİ VE BİR 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., & Aksop, C. (2008). A 0-1 INTEGER PROGRAMMING APPROACH TO A UNIVERSITY TIMETABLING PROBLEM. *Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics*, 37(1), 41-55.
- Burke, E.K., & Petrovic, S. (2004). University timetabling. *Handbook of Scheduling: Algorithms, Models and Performance Analysis*, 45.
- Burke, E., Petrovic, S., & Qu, R. (2006). Case-based heuristic selection for timetabling problems. *Journal of Scheduling*, 9, 115-132.
- Ceylan, Z., Yüksel, A., Yıldız, A., & 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., & De, K. (2010). Fuzzy genetic heuristic for university course timetable problem. *Int. J. Advance. Soft Comput. Appl.*, 2(1), 100-123.
- Daskalaki, S., & 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., & Housos, E. (2004). An integer programming formulation for a case study in university timetabling. *European Journal of Operational Research*, 153, 117-135.
- Demir, Y., & 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., & Miliotis, P. (2001). Implementation of a university course and examination timetabling system. *European Journal of Operational Research*, 130(1), 202-213.
- Khamechian, M., & Petering, M.E.H. (2021). A mathematical modeling approach to university course planning. *Computers & Industrial Engineering*, 168, ISSN 0360-8352.
- Koçtepe, S., Eren, T., & Cürebal, A. (2021). Hedef Programlama Yöntemi ile Akaryakıt İstasyonları Tanıtımı için Personel Çizelgeleme Problemi. *Politeknik Dergisi*, 1-1.
- Köçken, H.G., Özdemir, R. & Ahlatçioğlu, M. (2014). Üniversite ders zaman çizelgeleme problemi için ikili tamsayılı bir model ve bir uygulama. *Journal of the School of Business Administration Istanbul University*, 43(1), 28-54.
- Schaerf, A. (1999). A survey of automated timetabling. *Artificial Intelligence Review*, 13, 87-127.
- Song, T., Liu, S., Tang, X., Peng, X., & Chen, M. (2018). An iterated local search algorithm for the university course timetabling problem. *Applied Soft Computing*, 68, 597-608.
- Taş, C., Eren, T., & Bedir, N. (2018). 0-1 Tamsayılı Programlama İle Ders Programı Çizelgeleme Probleminin Çözümü: Bir Yükseköğretim Kurumunda Uygulama. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 3(3), 166-175.
- Uçar, U.Ü., & İşleyen, S.K. (2016). TELAFİ DERSİ ÇİZELGELEME PROBLEMİNİN (TDÇP) MATEMATİKSEL MODELLE ÇÖZÜMÜ: GERÇEK BİR UYGULAMA. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 31(2), 331-346.
- Yasari, P., Ranjbar, M., Jamili, N., & 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., & Kaynar, O. (2019). Ders Programı Çizelgeleme Probleminin Genetik Algoritma ile Optimizasyonu. *Journal of Information Systems and Management Research*, 1(1), 9-14.

Ekler*Ek-A. Birinci Öğretim Derslerine Ait Bilgiler*

Dersler	Öğretim Üyesi	Ders Saati	Öğrenci Sayısı	Dersler	Öğretim Üyesi	Ders Saati	Öğrenci Sayısı
Davranış Bilimlerine Giriş	A1	2	54	Genel Ekonomi	A12	2	67
Üretim Sistemleri	A2	3	100	Türk Dili 1	A13	2	41
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	A2	3	20	İngilizce 1	A14	2	38
Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	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 Teorisi	A16	3	84
Fizik 1	A5	4	68	Mühendislikte Deney Tasarımı	A16	3	21
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	A6	2	76	Teknik Resim	A17	4	76
Matematik 1	A7	3	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	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	A18	3	84
İş Sağlığı ve Güvenliği 1	A9	1	63	Üretim Planlaması 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				

Ek-B. İkinci Öğretim Derslerine Ait Bilgiler

Dersler	Öğretim Üyesi	Ders Saati	Öğrenci Sayısı	Dersler	Öğretim Üyesi	Ders Saati	Öğrenci Sayısı
Davranış Bilimlerine Giriş	A1	2	77	Genel Ekonomi	A12	2	82
Üretim Sistemleri	A2	3	74	Türk Dili 1	A13	2	76
Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	A2	3	18	İngilizce 1	A14	2	66
Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	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 Teorisi	A16	3	87
Fizik 1	A5	4	89	Mühendislikte Deney Tasarımı	A16	3	17
Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	A6	2	62	Teknik Resim	A17	4	96
Matematik 1	A7	3	115	Maliyet Muhasebesi 1	A18	3	98
Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	A8	33	71	Yönetim Bilgi Sistemleri	A18	3	95
Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	A8	3	87	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	A18	3	75
İş Sağlığı ve Güvenliği 1	A9	1	75	Üretim Planlaması 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				

Ek-C. İlk Senaryo Sonrası Birinci Öğretim İçin Oluşan Ders Programı Çizelgesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:00 - 08:30	Yönetim Bilgi Sistemleri	Gönüllülük Çalışmaları	Çizelgeleme	Üretim Sistemleri	Yalın Altı Sigma		
08:30 - 09:00	İş Etüdü	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)	Bilgisayar Programlama 1	Yönetim Bilgi Sistemleri			
09:00 - 09:30	İş Etüdü	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)	Bilgisayar Programlama 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	İş Sağlığı ve Güvenliği 1		
09:30 - 10:00	Maliyet Muhasebesi 1	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)	Enerji Sistemleri Planlaması	Matematik 1			
10:00 - 10:30	Maliyet Muhasebesi 1	Türk Dili 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Matematik 1			
10:30 - 11:00	Maliyet Muhasebesi 1	Türk Dili 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Teknik Resim	Üretim Sistemleri		
11:00 - 11:30	Genel Ekonomi	Montaj Hattı Dengeleme		Teknik Resim	Üretim Sistemleri		
11:30 - 12:00	Genel Ekonomi	Montaj Hattı Dengeleme	Yalın Altı Sigma	Çizelgeleme	Malzeme Bilgisi(3. sınıf)		
12:00 - 12:30	Fizik 1	Montaj Hattı Dengeleme	Yalın Altı Sigma	Çizelgeleme	Malzeme Bilgisi(3. sınıf)		
12:30 - 13:00	Fizik 1	Matematik 1			Malzeme Bilgisi(3. sınıf)		
13:00 - 13:30		Matematik 1	İngilizce 1	Teknik Resim	Benzetim		
13:30 - 14:00	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları		İngilizce 1	Teknik Resim	Benzetim		
14:00 - 14:30	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları		Lineer Cebir	Davranış Bilimlerine Giriş	Benzetim		
14:30 - 15:00	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Simülasyonla Vaka Analizi	Lineer Cebir	Davranış Bilimlerine Giriş	Yöneylem Araştırması 1		
15:00 - 15:30		Simülasyonla Vaka Analizi	Lineer Cebir	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Yöneylem Araştırması 1		
15:30 - 16:00	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Simülasyonla Vaka Analizi		Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Yöneylem Araştırması 1		
16:00 - 16:30	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Gönüllülük Çalışmaları	Olasılık Teorisi	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	İşletmelerde İletişim		
16:30 - 17:00	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Gönüllülük Çalışmaları	Olasılık Teorisi	Mühendisliğe Giriş	İşletmelerde İletişim		
17:00 - 17:30	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Fizik 1	Olasılık Teorisi	Mühendisliğe Giriş			
17:30 - 18:00	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Fizik 1	Üretim Planlaması 1	Oyun Teorisi	Mühendislikte Deney Tasarımı		
18:00 - 18:30	Bilgisayar Programlama 1	İş Etüdü	Üretim Planlaması 1	Oyun Teorisi	Mühendislikte Deney Tasarımı		
18:30 - 19:00	Bilgisayar Programlama 1	İş Etüdü	Üretim Planlaması 1	Oyun Teorisi	Mühendislikte Deney Tasarımı		
19:00 - 19:30							
19:30 - 20:00							
20:00 - 20:30							
20:30 - 21:00							
21:00 - 21:30							
21:30 - 22:00							

Ek-D. İlk Senaryo Sonrası İkinci Öğretim İçin Oluşan Ders Programı Çizelgesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:00 - 08:30		Simülasyonla Vaka Analizi		Mühendislikte Deney Tasarımı		Çizelgeleme	Simülasyonla Vaka Analizi
08:30 - 09:00							
09:00 - 09:30							
09:30 - 10:00							
10:00 - 10:30		Çizelgeleme					
10:30 - 11:00		Çizelgeleme					
11:00 - 11:30							
11:30 - 12:00							
12:00 - 12:30							
12:30 - 13:00	Mühendislikte Deney Tasarımı						
13:00 - 13:30	Mühendislikte Deney Tasarımı	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Malzeme Bilgisi(3. sınıf)	İş Sağlığı ve Güvenliği 1	Mühendisliğe Giriş		
13:30 - 14:00	Üretim Sistemleri	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Malzeme Bilgisi(3. sınıf)	Lineer Cebir	Mühendisliğe Giriş		
14:00 - 14:30	Üretim Sistemleri	Matematik 1	Olasılık Teorisi	Lineer Cebir	Türk Dili 1		
14:30 - 15:00	Üretim Sistemleri	Matematik 1	Olasılık Teorisi	Lineer Cebir	Türk Dili 1		
15:00 - 15:30	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri	Benzetim	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)		
15:30 - 16:00	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri	Benzetim	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)		
16:00 - 16:30	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri	Benzetim	Fizik 1	Malzeme Bilgisi(2. sınıf)		
16:30 - 17:00	Üretim Planlaması 1	Teknik Resim	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Fizik 1	Yapay Zeka ve Uzman Sistemleri		
17:00 - 17:30	Üretim Planlaması 1	Teknik Resim	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Teknik Resim	Yapay Zeka ve Uzman Sistemleri		
17:30 - 18:00	Üretim Planlaması 1	İşletmelerde İletişim	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Teknik Resim	Yapay Zeka ve Uzman Sistemleri		
18:00 - 18:30	Davranış Bilimlerine Giriş	İşletmelerde İletişim	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi		
18:30 - 19:00	Davranış Bilimlerine Giriş	İngilizce 1	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi		
19:00 - 19:30	Montaj Hattı Dengeleme	İngilizce 1	Fizik 1		Oyun Teorisi		
19:30 - 20:00	Montaj Hattı Dengeleme	İş Etüdü	Fizik 1	Maliyet Muhasebesi 1	İş Etüdü		
20:00 - 20:30	Montaj Hattı Dengeleme	İş Etüdü	Yöneylem Araştırması 1	Maliyet Muhasebesi 1	İş Etüdü		
20:30 - 21:00	Bilgisayar Programlama 1	Genel Ekonomi	Yöneylem Araştırması 1	Maliyet Muhasebesi 1	Gönüllülük Çalışmaları		
21:00 - 21:30	Bilgisayar Programlama 1	Genel Ekonomi	Yöneylem Araştırması 1	Matematik 1	Gönüllülük Çalışmaları		
21:30 - 22:00	Malzeme Bilgisi(3. sınıf)	Olasılık Teorisi	Gönüllülük Çalışmaları	Matematik 1	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Simülasyonla Vaka Analizi	

Ek-E. İkinci Senaryo Sonrası Birinci Öğretim İçin Oluşan Ders Programı Çizelgesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:00 - 08:30	Enerji Sistemleri Planlaması	Çizelgeleme	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme	Yöneylem Araştırması 1		
08:30 - 09:00	İş Etüdü		Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Teknik Resim	Lineer Cebir		
09:00 - 09:30	İş Etüdü	İş Etüdü	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Teknik Resim	Lineer Cebir		
09:30 - 10:00	Matematik 1	İş Etüdü	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Gönüllülük Çalışmaları	Lineer Cebir		
10:00 - 10:30	Matematik 1	Benzetim		Gönüllülük Çalışmaları	Genel Ekonomi		
10:30 - 11:00	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Benzetim	Çizelgeleme	Gönüllülük Çalışmaları	Genel Ekonomi		
11:00 - 11:30	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Benzetim	Çizelgeleme	Montaj Hattı Dengeleme	Fizik 1		
11:30 - 12:00	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Yönetim Bilgi Sistemleri	Montaj Hattı Dengeleme	Fizik 1		
12:00 - 12:30	Maliyet Muhasebesi 1	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Yönetim Bilgi Sistemleri	Davranış Bilimlerine Giriş	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1		
12:30 - 13:00	Maliyet Muhasebesi 1	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Yönetim Bilgi Sistemleri	Davranış Bilimlerine Giriş	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1		
13:00 - 13:30	Bilgisayar Programlama 1		İngilizce 1	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Yalın Altı Sigma		
13:30 - 14:00	Bilgisayar Programlama 1	Simülasyonla Vaka Analizi	İngilizce 1	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Yalın Altı Sigma		
14:00 - 14:30		Simülasyonla Vaka Analizi	İşletmelerde İletişim	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Yalın Altı Sigma		
14:30 - 15:00		Simülasyonla Vaka Analizi	İşletmelerde İletişim	Mühendislikte Deney Tasarımı	Enerji Sistemleri Planlaması		
15:00 - 15:30	İş Sağlığı ve Güvenliği 1	Oyun Teorisi		Mühendislikte Deney Tasarımı	Enerji Sistemleri Planlaması		
15:30 - 16:00	Matematik 1	Oyun Teorisi	Türk Dili 1	Mühendislikte Deney Tasarımı	Bilgisayar Programlama 1		
16:00 - 16:30	Matematik 1	Oyun Teorisi	Türk Dili 1		Bilgisayar Programlama 1		
16:30 - 17:00	Olasılık Teorisi	Mühendisliğe Giriş		Teknik Resim			
17:00 - 17:30	Olasılık Teorisi	Mühendisliğe Giriş		Teknik Resim			
17:30 - 18:00	Olasılık Teorisi	Üretim Planlaması 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)		Üretim Sistemleri		
18:00 - 18:30	Yöneylem Araştırması 1	Üretim Planlaması 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Fizik 1	Üretim Sistemleri		
18:30 - 19:00	Yöneylem Araştırması 1	Üretim Planlaması 1	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Fizik 1	Üretim Sistemleri		
19:00 - 19:30							
19:30 - 20:00							
20:00 - 20:30							
20:30 - 21:00							
21:00 - 21:30							
21:30 - 22:00							

Ek-F. İkinci Senaryo Sonrası İkinci Öğretim İçin Oluşan Ders Programı Çizelgesi

	Pazartesi	Salı	Çarşamba	Perşembe	Cuma	Cumartesi	Pazar
08:00 - 08:30			Simülasyonla Vaka Analizi	Çizelgeleme	Mühendislikte Deneysel Tasarım		
08:30 - 09:00							
09:00 - 09:30							
09:30 - 10:00							
10:00 - 10:30							
10:30 - 11:00							
11:00 - 11:30							
11:30 - 12:00			Çizelgeleme				
12:00 - 12:30			Çizelgeleme	Mühendislikte Deneysel Tasarım			
12:30 - 13:00			Simülasyonla Vaka Analizi	Mühendislikte Deneysel Tasarım			
13:00 - 13:30	Fizik 1	Bilgisayar Programlama 1	Simülasyonla Vaka Analizi	İşletmelerde İletişim	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler		
13:30 - 14:00	Fizik 1	Bilgisayar Programlama 1	İş Sağlığı ve Güvenliği 1	İşletmelerde İletişim	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler		
14:00 - 14:30	Matematik 1	Üretim Sistemleri	Türk Dili 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	Olasılık Teorisi		
14:30 - 15:00	Matematik 1	Üretim Sistemleri	Türk Dili 1	Yönetim Bilgi Sistemleri	Olasılık Teorisi		
15:00 - 15:30	Teknik Resim	Üretim Sistemleri	Genel Ekonomi	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Olasılık Teorisi		
15:30 - 16:00	Teknik Resim	Benzetim	Genel Ekonomi	Atatürk İlkeleri ve İnkılap Tarihi 1	Oyun Teorisi		
16:00 - 16:30	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Benzetim	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi		
16:30 - 17:00	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Bilgisayar Programlama 1	Enerji Sistemleri Planlaması	Oyun Teorisi		
17:00 - 17:30	Malzeme Bilgisi(2.sınıf)	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Enerji Sistemleri Planlaması	İngilizce 1		
17:30 - 18:00	Gönüllülük Çalışmaları	Malzeme Bilgisi(3.sınıf)	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Üretim Planlaması 1	İngilizce 1		
18:00 - 18:30	Gönüllülük Çalışmaları	İş Etüdü	Mühendislik Ekonomisi ve Yatırım Analizi	Üretim Planlaması 1	Mühendisliğe Giriş		
18:30 - 19:00	Gönüllülük Çalışmaları	İş Etüdü	Fizik 1	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	Mühendisliğe Giriş		
19:00 - 19:30	Yalın Altı Sigma	Davranış Bilimlerine Giriş	Fizik 1	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	İş Etüdü		
19:30 - 20:00	Yalın Altı Sigma	Davranış Bilimlerine Giriş	Matematik 1	Endüstri Mühendisliğinde Ofis Yazılımları	İş Etüdü		
20:00 - 20:30	Yalın Altı Sigma	Yönetim Bilgi Sistemleri	Matematik 1	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme		
20:30 - 21:00	Teknik Resim	Yönetim Bilgi Sistemleri	Lineer Cebir	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme		
21:00 - 21:30	Teknik Resim	Yönetim Bilgi Sistemleri	Lineer Cebir	Maliyet Muhasebesi 1	Montaj Hattı Dengeleme		
21:30 - 22:00	Üretim Planlaması 1	Yöneylem Araştırması 1	Yapay Zeka ve Uzman Sistemler	Lineer Cebir	Benzetim		