



BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

T.C.

BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

**DERS ÇİZELGELEME-ATAMA PROBLEMİ OPTİMİZASYONU
VE BİR UYGULAMA**

Mehmet TAŞKIRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Fatih DEMİRAL

BURDUR-2022

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANABİLİM DALI

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA PROBLEMİ OPTİMİZASYONU
VE BİR UYGULAMA

Mehmet TAŞKIRAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Fatih DEMİRAL

JÜRİ ÜYELERİ
Prof. Dr. Ali Hakan IŞIK
Prof. Dr. Tuncay Yiğit

BURDUR-2022

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ETİK BEYAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'ne göre hazırlamış olduğum “**DERS ÇİZELGELEME-ATAMA PROBLEMİ OPTİMİZASYONU VE BİR UYGULAMA**” adlı tezin hazırlanması sürecinde akademik ve etik kuralları ihlal etmediğimi, tezin özgün olduğunu, başvurduğum kaynakları metin içinde, dipnotlarda ve kaynakçada eksiksiz ve bilimsel kurallara uygun olarak gösterdiğimi taahhüt ederim.

Adı Soyadı

Tarih ve İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca, ilk günden itibaren adım adım beni bu sürecin sonuna hazırlayan; güzel gören, güzel düşünen, bilgeliğiyle, insanlığıyla, cesaretiyle kendimi geliştirmemi, iyi hissetmemi ve bu işi başaracağıma inancımı teşvik eden, bu zorlu yolda iyi ki rehberim olmuş dediğim değerli hocam **Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Fatih DEMİRAL**'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu süreçte, alçakgönüllülüğüyle ve samimiyetiyle, gerek akademik gerekse hayat tecrübeleriyle yoluma ışık tutan hocam **Dr.Öğr.Üyesi Mehmet Fatih DEMİRAL**, teşekkür ederim.

Burdur, 2022

(TAŞKIRAN, Mehmet, Ders Çizelgeleme-Atama Problemi Optimizasyonu ve Bir Uygulama, Yüksek Lisans Tezi, Burdur, 2022)

ÖZET

Eğitim öğretim kurumlarındaki ders ve zaman çizelgeleme problemleri derslerin, dersliklerin ve öğretmenlerin yani gerekli kısıtların haftalık çizelgeleme ile uygun zamanları dilimlerine ayırarak uygun şekilde düzenlenmesini sağlar. Teknolojinin ilerlemesi ve birçok kolaylıklar sağlanması eski düzendeki elle yazma sistemini de kolaylaştırabilir. Böylece idarecilere zaman kazandırıp gereksinimler kolayca karşılanabilir. Bu çalışma ile bazı ortaokul, lise ve üniversitelerin ders çizelgeleme ve zaman problemleri incelenmiş, haftalık çizelgelemede uygun olan ders ve zaman dilimlerine öğretmenlerin ve dersliklerin atanması için çalışılan çizelgeleme problemleri literatürde incelenip kıyaslanmıştır. Bütün bu çalışmalar ışığında yeni bir program modeli geliştirilmiştir. Yapılan model öncelikle bir okulun verileri kullanılarak oluşturulmuş ve çözümü gerçekleştirilmiştir. Problemin çözümünde gerekli olan süre içinde çözümler incelenip model hakkında bilgi verilmiştir. Yapılan farklı çizelgelemeler için yeni kısıtlar eklenmiş ve her dönem kullanabilmek için çözüm iki aşamada oluşturulmuştur. Sonuç olarak istenilen süreler içinde en uygun çözüm verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Ders Çizelgeleme - Atama Problemi, Kısıtlar, Modelleme

(TAŞKIRAN, Mehmet, Lesson Scheduling-Assignment Problem Optimization and the Application, Master's thesis, Burdur, 2022)

ABSTRACT

Lesson and time scheduling problems in educational institutions ensure that courses, classrooms and teachers, that is, necessary constraints, are organized appropriately by dividing them into appropriate time periods with weekly scheduling. The advancement of technology and the provision of many conveniences can also facilitate the old-order handwriting system. Thus, administrators can save time and the requirements can be met easily. In this study, lesson scheduling and time problems of some secondary schools, high schools and universities were examined, and the scheduling problems studied for assigning teachers and classrooms to appropriate courses and time slots in weekly scheduling were examined and compared in the literature. In the light of all these studies, a new program model has been developed. The model was first created using the data of a school and its solution was made real. In the time required to solve the problem, the solutions were examined and information about the model was given. New constraints have been added for the different schedules and the solution has been created in two stages in order to use it in every period. As a result, the most suitable solution was given within the desired time.

Keywords : Lesson Scheduling-Assignment Problem, Constraints, Modelling

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYAN.....	i
TEŞEKKÜR.....	ii
ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMA LİSTESİ.....	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA OPTİMİZASYONU LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

İKİNCİ BÖLÜM

KISITLAR

2.1. Literatürde Kısıtların Oluşturulması.....	13
2.1.1. Öğretim Elemanı Kısıtları.....	14
2.1.2. Müfredat Döneminin Kısıtları	16
2.1.3. Derslerin Kısıtları	17

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME - ATAMA PROBLEMLERİ

3.1. Eğitim Kurumlarında Ders Çizelgeleme-Atama Problemleri	23
3.1.1 Okul Çizelgeleme Problemleri.....	24
3.1.2. Üniversitelerde Ders Çizelgeleme Problemleri	25
3.1.3. Sınav Çizelgeleme Problemi.....	26

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

4.1. Matematiksel Programlama.....	28
4.2. Grafik Renklendirme Sezgiselleri	28
4.3. Tavlama Benzetimi.....	29
4.4. Genetik Algoritmalar	29
4.5. Kısıt programlama	30
4.6. Bulanık Mantık.....	31
4.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu	31

BEŞİNCİ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA PROBLEMİ MODELLEMESİ

5.1. Ders Çizelgeleme-Atama Problemi Model Önerileri	33
5.1.1 0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelleri	33
5.1.2 İndisler, Parametreler, Karar Değişkenleri	33
5.1.3. Kısıtların Oluşturulması.....	35

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

6.1. Örnek Olay	39
6.2. Modellemeyi Farklı Şekilde Test Etmek	41
6.3. Sonuçlar ve Öneriler	45
KAYNAKLAR	47
EKLER.....	51
EK-1: Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Mod. Dosyası	52
EK-2: Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Dat. Dosyası	56
EK-3 : Optimal Çözümde Kullanılan Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Cplex Çözüm Sonuçları	57
EK-4 : Optimal Çözümde Kullanılan Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Cplex İşlemci Günlüğü	58
EK-5 : Optimal Çözüm Ders Çizelgeleme-Atama Programı	60
EK-6 : Alternatif Çözüm Ders Çizelgeleme-Atama Programı.....	61
ÖZGEÇMİŞ	62

KISALTMA LİSTESİ

coursgrps(v)	:	v. öğretmen grubundaki öğretmene atanacak ders sayısı
CPLEX	:	Matematiksel Programlama Çözücüsü
d	:	ders programında yer alacak günlerin sayısı
GAMS	:	Cebirsel Modelleme Sistemi
h	:	ders programında yer alacak saatlerin sayısı
m	:	ders programında yer alacak sınıfların sayısı
n	:	öğretmen gruplarındaki tüm öğretmenlerin sayısı
R	:	Haftanın bir günü için bir öğretmenin verebileceği ders sayısı
s	:	öğretmen gruplarının sayısı
utility(ivkt)	:	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin k. günde t. saatten elde edeceği fayda ya da memnuniyet
x_{ivjkt}	:	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin j. sınıfa k. günde ve t. saatte atanması
y_{ivk}	:	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin k. günde verebileceği ders sayısı

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1: Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları 1	41
Tablo 2: Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları 2	42
Tablo 3: Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları Toplamı	43
Tablo 4: Çalışmaların Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Grafiği	43
Tablo 5: Çalışmaların % Değer Grafiği	44
Tablo 6: Çalıştırılan Uygulamaların Zamanla Değişim Grafiği	44

GİRİŞ

Geliştirilmeye devam edilen bilgisayar teknolojisi çok yerlerde kullanıldığı halde bazı kurumlarda insanlar tarafından elle yapılmaktadır. Böyle yapılması hem zaman, hem iş kaybı oluşturmaktadır. Bunun yanında insan hataları ve aksamalar da oluşmaktadır. Bunların oluşmaması için insanların yaptığı çalışmalarla bilgisayar ortamında daha verimli sonuçlar oluşturulabilir. Zamanın verimli ve düzenli kullanılabilmesi için yapılacak, uygulanacak aktiviteler daha önceden planlanıp düzenlenmelidir. Günlük hayattaki vardiyalı çalışanlar, nöbet saatleri, toplu taşıma araçları özellikle eğitim kurumlarındaki derslerin ve sınavların belirlenmesi için daha birçok günlük planlarda zamanı verimli kullanmak önemlidir. Ders-atama çizelgeleme çalışmaları için birçok çözüm algoritmaları geliştirilmiş ama kurumların farklılıkları, farklı önerileri, farklı ihtiyaçlar ve kısıtlar problemlerin genelleştirilmesine engel oluşturmaktadır.

Zaman çizelgeleme birçok uygulama alanında kullanılabilir ama; genellikle eğitim-öğretim kurumlarında ders ve sınavların programlarını düzenlemede ders çizelgeleme-atama olarak da kullanılmaktadır. Eğitim-öğretim kurumlarında yapılan ders programı hazırlanması gibi ders-atama çizelgelemek hem zamanı değerlendirmek hem de derslerin saatlerinin dizaynı için oldukça önemlidir.

Okullarda ve üniversitelerde idareciler, öğretmenler ve öğrencilerin isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak ve ihtiyaçları karşılayacak bir ders programı oluşturmanın zorluğu ders çizelgeleme problemlerinin eğitim-öğretim kurumları için çok önemli olduğunu göstermektedir.

Bu tez çalışmasında zamanı en iyi kullanabilmek için bir ilkokulun ders çizelgeleme ve atama problemi ele alınmıştır. Problemi çözebilmek için incelenen okulun temel kısıtları göz önüne alınarak bütün atanabilecek ders ve öğretmenler iki aşamada ele alınarak gerçekleştirilen bir matematiksel programlama modeli önerilmiş ve uygulanmıştır. Çalışmanın genel kısmında eğitim-öğretim kurumlarındaki ders çizelgeleme problemlerinden bahsedilmiş ve ders çizelgeleme problemi olan okullardaki problemler detaylı olarak incelenmiştir. Bu doğrultuda ilköğretim ders çizelgeleme problemleri çözüm şekilleri ve zaman-ders çizelgesi incelenmiştir.

Ders çizelgeleme-atama problemlerinin çözümü için birçok yöntemden ve araştırmalardan faydalanılmıştır. Fakat bu tarzdaki problemler için genel bir çözüm yöntemi geliştirilememiştir. Çünkü eğitim-öğretim kurumları arasındaki farklılıklar, ihtiyaç ve taleplerin çok çeşitli olması problemin çözümünü zorlaştırmaktadır. Ders çizelgeleme problemlerini çözmek için bazı özelliklerin ve kısıtların yapılarına göre farklı kategoriler yapıp değerlendirerek birçok uygun çözüm elde edilmeye çalışılmıştır.



BİRİNCİ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA OPTİMİZASYONU LİTERATÜR ÇALIŞMALARI

Ders çizelgeleme-atama problemi literatürde çok fazla karşılaşılan ve birçok yöntemle çözümlemeye çalışılan optimizasyon problemidir. Literatürde bununla ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ama kurumların kendine özgü kısıtları ve istekleri olduğundan, karşılaşılan problemin çözümü için iyi analiz edilip modellenmesi gerekir.

Ders çizelgeleme-atama probleminin verimli olması için kaynaklar kullanıcılara belli kısıtlar çerçevesinde ayarlanıp, yerlerine yerleştirilir. Ders çizelgeleme-atama problemi hazırlanırken asıl hedef, sınıflarda açılacak derslerin, uygun öğretmenlere ve sınıflara birbirleriyle çakışmayacak şekilde atanmasıdır. Örneğin, bir okuldaki bir dersin ders programının belirlenmesi açılacak bütün derslerin saatlerinin belirlenmesi demektir. Böylelikle aynı dönem dersleri de kesişmemiş olur.

Ders çizelgeleme-atama problemleri genellikle okulların isteklerinin birbirinden farklı olması sebebi ile zor ve süreçte farklılaşan bir problemidir. Bundan dolayı literatürde oldukça fazla bulunmaktadır. Aynı zamanda üzerinde oldukça fazla çalışmalar yapılmış ve çeşitli çözüm yöntemleri geliştirilip daha iyi çözümler için çalışılmaya devam edilmiştir. Çözümler için çeşitli yaklaşımlar kullanılmıştır.

Tez çalışmasının bu kısmında önceden çalışılıp uygulanmış ders çizelgeleme ile ilgili tezler ve çözüm yaklaşımlarının uygulaması incelenmiştir. Daha da geliştirilip literatüre katkı sağlamak hedeflenmiş ve bir uygulama yapılmıştır. Uygulama aşamasında çalışma ile ilgili tezlerden faydalanılmıştır. Benzer matematiksel ve tamsayılı programlama modelleri de incelenmiş ve bazı çözümler de örnek alınmıştır.

Ders çizelgeleme-atama problemi optimizasyonunda çözüm yaklaşımları için yapılan bazı çalışmalardan :

Gunawan ve ark. (2008), probleme ilk başladığı zamanlarda matematiksel programlama modelini formüle ederek iki farklı çaprazlama operatörünü kullanıp iki aşamalı genetik algoritma çalışmışlardır. İlk aşamada; öğretmenlerin atanacağı ders ve ders sayılarına karar verilip, ikinci aşamada öğretmenlerin ders yüklerini dengelemek için bir ders çizelgeleme-atama yapılmıştır. Çalışılan algoritma Endonezya'da bir

üniversitede test edilmiş ve bölümlerin elle yaptıkları atamalara göre çok daha iyi sonuçlar elde edildiği saptanmıştır.

Yapılan uygulamanın iki aşamalı olması biraz zaman alsa da bazı avantajlar sağlayabiliyor. Gunavanın çalışmasında ders sayıları ve yükleri iki aşamaya ayrılmış ve çok daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Bu çalışmada da iki aşamalı bir yöntem kullanılmış olup, yöntem her dönem kullanılabilecek şekildedir.

Dinkel ve ark. (1989), farklı bir özellik ortaya koymuşlardır. Problemi ağ model haline getirmiştir. Problem isim olarak ağ akış modeli kullanılıp modeldeki tüm kısıtlar ağdaki bağların kapasitesi ve düğümlerdeki denge denklemlerinin cinsine göre kullanılmıştır. Amaç fonksiyonları da o ağlardaki maliyet cinsinden yazılmaktadır. Hedef öğretmenlerin dersleri ve onlar için ayrılan saat dilimleri, ders yerleri gibi isteklerini en iyi düzeyde yerine getirmektir.

Can (2019), çizelgeleme problem türlerini üç başlık altında incelemiştir.

- 1) Çizelgeleme problemi
- 2) Zaman problemi
- 3) Ders programı

Çizelgelemeyi belli kısıtlar altında, belirli hedefler doğrultusunda istenilen kaynaklarla kullanılanları optimum düzeyde verimlilik sağlamak için çalışmıştır.

Çizelgeleme hayatın her alanında hizmet planlama, iş gücü, lojistik kaynak atamaları, ürün montaj, hatta birçok atamanın sergilemesi gibi ne kadar karşımıza çıktığını belirtmiştir. Böylece eğitim kurumlarının kaynaklarında onların canlanmasında kolaylık sağlamak için bu problemlerin çözümü gerekmektedir. Kurumların kendilerine ait özel şartları olduğundan genel modellemenin mümkün olmadığını söylemiştir. Ders çizelgeleme problemi literatürde çalışmaların sürekli arttığı bir problemdir. Birçok araştırma konusu olmuştur. 1960'dan itibaren üzerinde durulan önemli bir konudur. Bu problemler için birçok çözüm yöntemi önerilmiş ve çeşitlendirmeler çoğalmıştır. Ders çizelgelemesi kelimesi başlığı altında matematiksel, sezgisel, yerel arama gibi çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve kısa temel yaklaşımlar gibi birçok çözüm yöntemleri ile çalışmalar yapılmıştır. Problemlerin çözümünde matematiksel problem yönteminin 2000'li yıllara doğru azaldığını metasezgisel çözümün arttığını söylemiştir. Üçer yıllık

periyotlarla hangi yıllar arasında çözümlerin nasıl yapıldığını gösteren grafik oluşturmuştur. Grafik ders çizelgeleme probleminin yıllara göre çalışma sayılarını göstermektedir.

Öztürk (2017), üniversitedeki sınav programları için en az salonla, en az boşluk kalacak şekilde yerleşim sağlayıp derslerin zorluğuna göre günleri ayarlayıp uygulanabilecek bir program geliştirmiştir. Farklı eğitim kurumlarında da kullanılan esnek ve çok çeşitli kısıtla sistem yapılmıştır. Her problem için ayrı ayrı model oluşturma gereğini kaldırmıştır.

Orhan ve ark. (2010), çalışmasında havayolu sektöründe 4 tane operasyon planlamayı yani uçuş, uçak, ekip, yol olaylarını çizelgeleyip incelemişlerdir ve özellikle maliyette çok fazla kazanım sağladığını görmüşlerdir.

Özkan (2019), çalışmasında şubeli dersleri kullanmıştır. Şubeli dersler durumunu konu alan az sayıda çalışmalara baktığımızda temel nokta optimum şubelere ayrılmasıdır. Bu uygulamada ise derslerin imkan ölçüsünde kaç şube olacağı ve hangi öğretmenlerin derse gireceği önceden belirlenmiştir. Diğer ifadeyle, modelde öğrencilerin alacağı şubeli zorunlu dersin en az bir şubesini seçmesi şeklinde planlanmıştır. Bu sayede çizelgelemede şubeli zorunlu ders modellemesinin nasıl olacağı yaklaşımını sunmuştur.

Çizelgeleme yaparken birçok yaklaşımla çözülebilecek çözücü tasarlamaya çalışmış, kullanıcının kolay bir şekilde veri girmesi için veri giriş formatı oluşturmuştur. Yapılan çözücü nesne tabanlı kodlama tekniği kullanıp dosyadaki veriyi alıp bu verilerle sınıf oluşturulmuştur. Sonra bu verilerle modelin gerek duyduğu veri formatına dönüştürülmesi sağlanmıştır. Bu şekilde veriler girilince istenilen yaklaşım seçilerek çözüm sağlanmıştır.

Öner (2002), Deniz Harp okulundaki haftalık ders çizelgesini iki aşamalı süreçte oluşturmuştur. Birinci aşamada ders ve öğretmen eşleştirmesi ikinci aşamada ise bu eşleştirmeleri uygun şekilde ders saati birimlerine yerleştirmiştir. Ders ve öğretmen eşleştirmesi kurul tarafından oluşturulmuştur. Asıl çizelgeleme problemi bundan sonra oluşmaktadır. Diğer ifadeyle, buradaki çizelgeleme problemi öğretmenler ve ders eşleştirmelerini istenilen düzeye getirecek saat dilimlerine yerleştirmesi problemi şeklinde kurgulanmaktadır.

İlk aşamada ders öğretmenleri eşleştirip yerleştirildikten sonra ve bunlarla ilgili gerekli tüm bilgiler; toplam sınıf sayısı, şubeden alacağı dersler, haftalık ders saatleri sayısı, hangi öğretmenlere verileceği, öğretmenlerin şubeleri nasıl paylaşacağı, ders şubelerinin nasıl yapılacağı, misafir öğretmenlerin hangi gün geleceği, birden fazla derse girecek öğretmenin bilgileri, genel olarak derslik sayısı kapasitesi, uygulama saatleri, laboratuvarlarda çakışma olmaması durumu gözetilip bu bilgiler toplanarak haftalık ders planını yapmak istemiştir.

Al-yakoob ve Sherali (2006), Kuveyt Üniversitesi'nde iki adet karma tamsayılı model geliştirmişlerdir. Bu modelde cinsiyet ayrımları da dikkate alınmış erkek ve kızlar için ayrı haftalık çizelgeleme oluşturmuşlardır. Hatta öğretim elemanlarından sorumlu oldukları derslere fiziki ortam ve zaman aralıkları araştırılıp memnuniyet derecesi toplanmıştır. Yapılacak olan atamada bunları da dikkate almışlardır. Yaptıkları iki model birbirlerini değiştirmek içindir. Biri diğerinin düzenlenmiş modifiye edilmiş başka bir versiyonu olmuştur. Çözümün öğretmenler açısından takvimini geliştirmek için fakültelerin izin verdiği ölçüde öğretmenlerin ders ve zaman aralıklarında kendilerine göre değişiklik yapmak için olanak sağlamışlardır ve çözümde CPLEX-MIP çözücüsünü kullanmışlardır.

Wren (1995) çizelgeleme, planlama, dizilim ve listeleme gibi benzer kavramların farklılıklarını anlamak için bazı tanımlamalar ortaya koymuştur.

- Planlama; kaynaklar kısıtlara uyabilecek, bazı kaynak maliyetleri minimize olacak şekilde zaman ve mekanı da ayarlayarak nesnelere tahsis etmesi olarak açıklamıştır.
- Çizelgeleme; kaynakları yine kısıtlara uyması halinde, istenilen hedefleri mümkün olduğunca yerine getirip, istenilen zaman ve mekana göre atamasını sağlamaktır. Ders sınav ve personel atamalarıyla örneklendirmiştir.
- Dizilim; kısıtlara uyularak yapılacakların hangi sırayla olacağı ya da yerleşecek eşyaların sırasının tasarlandığı bir problemdir. Örnek olarak gezgin satıcıyı vermiştir.
- Listeleme; kısıtlar dahilinde kaynakları belli bir taslak içinde istenilen şekilde yerleştirmektir. Bazı yapılacakları minimize etmek ve uygulaması kolay olan bir atama yapmak istenmektedir. Bu kaynakların listesi üzerinden yapılabilir.

Werra (1985), çözüm problemini sınıf-öğretmen modeli ve ders modeli olarak iki başlık altında incelemiştir. Problemi çözmek için grafik ve şebeke metotları geliştirmiştir. Okulda zaman çizelgeleme ile öğretmenlerin vermek istediği derslere ve öğrencilerin alacağı derslere ilişkin oluşturulacak çizelgeye herhangi bir boş ders saati kalmadan dersleri ve öğretmenleri uygulanabilir zaman aralıklarıyla atamayı sağlamayı amaçlamıştır. Üniversitede ise fiziki şartlar, ders alan öğrenciler, öğretim elemanları ve zaman kısıtları dikkate alınarak bu şekilde yapılmasını amaçlar. Diğer ifadeyle, zaman, ders, fiziki ortam, öğretmenler en uygun şekilde planlanmalıdır.

Daskalaki ve Birbas (2005), ikili programlama yapısında bir model geliştirmişlerdir. Bu model de iki aşamalı görülmektedir. İlk aşama ardışık olan kısıtı dikkate almadan sonraki aşama ise değişiklik sağlamadan sadece derslere ait oturumları hangi günde yapılacağını kararlaştırmışlardır. Bu aşamadaki çözümde birden fazla ders saatine sahip öğretmenlerin devamlılığı garanti değildir ama ikinci aşamada ders günlerinin belirlendiği dikkate alındığında ardışık kısıtlar modele dahil edilip haftanın her günü için program kullanarak optimum bir çözüm elde etmeye çalışılmıştır.

Hertz ve Robert (1998), problemi alt problemlere ayırıp çözüme ulaşmak için derslerin, öğretmenlerin ve sınıfların çakıştığını görmüştür. Bu çakışmaları engellemek için grafik renklendirme sezgisellerini kullanmış ve amaca ulaşabilmişlerdir.

Boronico (2000), matematiksel programlama kullanarak benzetim tekniklerini birleştirip yeni bir model oluşturmuşlardır. Yaptığı bu modelle her ders için ihtiyaç olan şube sayısını belirleyip, öğretmenleri derslere atama işlemini gerçekleştirmiştir.

Abdullah ve Hamdan (2008), problem çözümü için sıkı kısıtları sağlayıp uygun çözümü bulduktan sonra yumuşak kısıtlarla da verimi artırmak için problem üzerinde durmuş ve bunun için melez-sezgisel algoritma geliştirmiştir. Üç bölümde yapılan bu algoritmaların ilk bölümünde çözüm kurmak için başlangıç çözümü geliştirmiştir. İkinci bölümde rastsal yineleme algoritması kullanmıştır. Üçüncü aşama için de daha çok verim almak için tepe tırmanma yaklaşımı uygulamıştır. Bu yaklaşım 11 tane farklı verilerle denenip melez algoritmanın diğer algoritmalara göre başarılı çözümler oluşturduğu görülmüştür.

Dammak ve ark. (2006), dersleri çizelgelemek için 0-1 tamsayılı programlama modeli geliştirmek için çalışmıştır. Dersler ve eğitseller olarak iki karar değişkenli

modeli geliştirmişlerdir. Böylece her öğrenci grubu için uygun çizelgenin yapılmasını sağlamaktır. Fakat kısıtlar fazla olduğundan üç farklı sezgisel yaklaşım kullanılmıştır.

Bakır ve Aksop (2008), 0-1 tamsayılı programlama modeli öğrenci ve öğretmenleri memnun etmek için yapılmıştır. Bu modelle oluşabilecek yeni kısıtlar ve kriterlere uygun olacak esnek bir model kurgulanmıştır. Sonuçta başarılı bir çizelgeleme elde edilmiş fakat en iyi sonuca ulaşılammıştır. Problem boyutu yüksek olduğundan değişken sayısını azaltmak için sezgisel aloritmadan yararlanmayı düşünmüşlerdir.

Mayer ve ark. (2007), bu çalışmanın en belirgin özelliğı zaman ve olaylar gibi birbiriyle alakalı ve farklı matrisleri kullanmasıdır. Asıl amaç ise yakınsamanın geliştirilmek istenmesidir. Bununla yerel bir iyileştirme metodu oluşturulmuştur. Çalışmalarında başarılı ve esnek çözümler bulmuş en iyi çözüm olduğunu gözlemlemişlerdir.

Aladağ ve ark. (2009), Hacettepe Üniversitesi' nde istatistik bölümü için kullanılacak ders çizelgesi hazırlamışlardır. Çalıştıkları modeldeki aloritmada, tanımladıkları komşuluk yapısına bağı olan, basit ve değış tokuşlu hareketlerin sonuca etkilerini değerlendirmiştir. Bu hareketler için farklı iki komşuluk yapısını daha önerip araştırmacılar 4 komşuluk yapısını kullanıp geliştirmek istedikleri aloritmaları denemişler ve çok iyi sonuçlara ulaşmışlardır.

Cheng ve Kruk (2007), üniversite için her dönem yapılan ders çizelgelemenin çözümünde tamsayılı model geliştirmişlerdir. Geliştirdikleri modelde bir örnek kullanarak öğretmenlerin memnuniyetleri değerlendirilmiştir. Çalıştıkları modelde çözümü iki aşama ile gerçekleştirmişlerdir. İlk aşamada öğrenci ve sınıfların ihtiyaçları ikinci aşamada ise öğretmenlerin istekleriyle ilgilenmişlerdir. Sonuç olarak problemde optimum çözüm elde edilmiştir. Hatta diğer çalışmalardan farklı olarak öğretmenlerin yeni istekleri dahil edilince değışimlerin çözüm süresini etkilemediğı görülmüştür.

Norberciak (2006), problemin çözümünde iki aşamalı genetik algoritma geliştirmiştir. İlk aşamada işlem parametreleri üzerinden işlem yapıp, ikinci aşama ise bu parametreleri tespit etmektedir. İlk aşamadaki aramayı genişletmek için tabu algoritması da kullanmıştır. Değerlendirmeler sonucunda daha kabul edilebilir çözümlere ulaşılmıştır.

Mahar (2006), genetik algoritma kullanarak çizelgeleri otomatik üretmek istemiştir. Çalışılan modeli bir lise için uygulamış ve kabul edilebilir sonuçlara ulaşmıştır. Denemeler sonucunda genetik algoritmaların daha verimli ve esnek sonuçlar verdiğini tespit etmiştir.

Gunawan ve ark. (2008), ders-atama ve çizelgeleme, öğretmen ataması problemlerini aynı anda ele almışlardır. Bu problemleri eş zamanlı çözmek için de matematiksel programlama modeli ile çalışmışlardır. Matematiksel programlama büyük boyutlu problemleri çözmek için yetersiz kaldığından sezgisel algoritma kullanmışlardır.

Pongcharoen ve ark. (2008), üniversitedeki ders çizelgelerinin çözümü için genetik algoritmalar, tavlama benzetimi ve rassal arama algoritmasının üçü ile birlikte olan bir optimizasyon çalışması yapmışlardır. Bu çalışmada, her algoritmada bir tamir mekanizması bulunup ve tamir mekanizması içinde çizelgelemeye uygun olmayan çözümler düzeltilmektedir. Çalışılan algoritmalarla ders çizelgelerini yumuşak kısıtlara göre yapmışlardır. Öğretmenlerin tercihlerine göre çakışmalar engellenip optimize edilmeye çalışılmıştır. Çalışılan uygulamalar test edilmiş ve sonuçlarda genetik algoritmaların tavlama benzetimine göre daha iyi olduğu ve hızlı çalıştığı anlaşılmıştır.

Wang (2002), öğretmenlerin kişisel özelliklerini de dikkate alarak, ders ataması üzerinde çalışarak problemin çözümünde genetik algoritmaları kullanmıştır. Bu algoritma sayesinde öğretmenlerin istekleri sabitlenmiş böylece öğretmenlerin atamasında harcanılan zaman azaldığından diğer yöntemlerden daha kolay ve esnek olmuştur. Çalışmanın devamı için aşırı kısıtlananları çözmek, öğretmenlerin ders sayılarını dengelemek ve memnuniyet oranını ölçmek için yeni bir genetik algoritma geliştirilmiş ve daha iyi sonuçlara ulaşılmıştır.

Valouxis ve Housos (2003), liselerdeki ders çizelgeleme problemlerinin çözümü için kısıt programlama kullanmıştır. Gayet olumlu sonuçlar elde etmiştir. Bu yaklaşım ile öğrenciler ders sınıfında sabit olup, öğretmenlerle sınıflar arasında dolanım olmasını varsayarak uygulama üzerinde çalışma yapmışlardır.

Sigl ve ark. (2003), çizelgelemede büyük boyutlu problemleri çözmek için genetik algoritma kullanmıştır. Çalıştıkları algoritmaları kullandıkları akıllı

operatörlerle bütün çakışmaları engelleyip, uyarlanan algoritmayı en iyi düzeyde çalıştırmışlardır.

Müller ve ark. (2004), ders-atama çizelgeleme problemlerinde iteratif ileri arama algoritmasını çalışmışlardır. Ders-atama çizelgelemesi için yaptıkları birçok çalışmada statik problemleri çözmek için yaptıkları ve bu problemlerde yapılması gereken bir değişiklik olması gerektiğinde çözüme ulaşmayacağını düşünenlerin bu tür bir algoritmayı çalışmalarının sebebi, yapılabilecek her türlü değişiklik için en kısa zamanda uygulanabilir ders-atama çizelgeleri elde etmektir. Yapılan çalışmalar sonucunda algoritmanın kısa zamanda yeni değişikliklere uygun kaliteli ve verimli çizelgeleme oluşturulabileceği saptanmıştır.

Mahdi ve ark. (2003), problem çözümü için parametre kontrollü genetik algoritmalar geliştirmiştir. Uygulamanın sonucunda parametre setlerini kontrol ederek, ders çizelgeleme kalitesinin artırabilmesini sağlamışlardır.

Müller (2002), problemi "kısıt tatmin problemi" olarak ifade edip, problemin çözümü için belirlenen kısıt modeli ve algoritması çalışılmıştır. Çalışılan algoritma ileri düzeyde bir arama algoritması olup içinde yerel arama ve geri izleme yaklaşımı bulunmaktadır. Kabul edilebilir sonuçlar elde edilmiştir.

Legierski ve Widawski (2003), problem çizelgeleme sürecinde meydana gelen bir değişiklik olursa değişikliğin modele uygulanmasını sağlamak için çizelgelemede kısıt programlama tekniği kullanarak çalışmışlardır. Bu teknik ile çalışılan model, oluşabilecek yeni kısıt için çözüme dahil edilebilme olanağına sahip esnetilmiş bir model olmaktadır.

Şahin (2004), çizelgeleme problemleri için dört öncelik grubu oluşturmuştur. Amaç fonksiyonunun hedef programlama yaklaşımı ile çözmek istemiştir. Fakat problemin boyutu yüksek olup tek aşamada çözüme ulaşamadığından, beş aşamaya bölmüş ve sezgisel yöntemle çözüme ulaşabilmiştir.

Parthiban ve ark. (2004), çizelgelemede problemleri çözmek için personellerin tercihlerine önem vermiştir. Ama bu tercihler değerlendirilirken problemin daha karışık bir duruma geldiğini anlamışlardır. Ama tercihlerin tam olarak dikkate alınmasıyla analitik hiyerarşik proses tekniğini kullanıp çözüm için farklı bir yapı ile karar destek sistemi çalışmışlardır.

Cambazard ve ark. (2005), çizelgelemede aşırı kısıtlanan ders çizelgeleme problemi için çalışmalar yapmışlardır. Çözüme ulaşabilmek için bütün kısıtları otomatik olarak gevşetecek kısıt programlama modelini geliştirmeye çalışmışlardır.

Santiago-Mazos ve ark. (2005), bir üniversitede kullanabilmek için iki aşamalı genetik bir algoritma önermişlerdir. Çalışılan modeli, olabilecek sıklıkta ve kişiselleştirilmiş çizelgelerle tasarlamaya çalışmışlardır. İlk aşamada öğrencinin isteklerini göz önünde bulundurup, öğrencileri gruplandırarak uygun çizelgeleme elde etmişlerdir. İkinci aşama için, modelde birinci aşamadan elde edilen çizelgeleri geliştirmişlerdir. Denemeler sonucunda da, modelde amaca uygunluk ve gayet başarılı çizelgeler elde edildiği gözlemlenmiştir.

Broek ve ark. (2009), ders çizelgeleme problemlerinin çözümü için matematiksel model geliştirmişlerdir. Çalışılan modeli 4 alt probleme ayırıp, her alt problem için tamsayılı doğrusal programlama modeli kurgulamışlardır. Model CPLEX ile çözdürülmüştür. Kabul edilebilir ve optimum sonuçlar elde edilmiştir.

Uçar (2015), üniversitelerde bazı nedenlerden dolayı dersler yapılmamakta olduğundan akademik takvimde planlanmayan dersler için ilk defa uygulanan bir problem olarak telafi derslerini çizelgeleme probleminde ele almıştır. Problemi araştırıp tamamlamış çözüm için matematiksel model geliştirmiştir. Bölüm için lisans ders çizelgeleme problemi, telafi dersleri için telafi çizelgeleme problemini iki matematiksel model ile çözmeye çalışmıştır. Problemi matematiksel yolla çözmek için Gazi Üniversitesi' nin bahar yarıyılı ele almış ve çözdürmüştür. İlk yılda hazırlık eğitimi vardır. Son 4 yılda ders eğitimi olduğundan 4 yıl farklı şubelerden oluşmaktadır. İlk olarak sınıftaki şubeler normal öğretim ve ikinci öğretim diye ayrılmıştır. Dersler 50 dakika zaman dilimlerinde olup, eğitim 8.30-19.30 saatlerinde verilmektedir. 8 adet derslik bulunmaktadır. 41 adet öğretmen vardır. Bu çalışma kapsamında kısıtlar ayarlanmıştır.

Uçar (2015), telafi dersleri çalışmalarını ise derslerin çeşitli nedenlerden dolayı yapılmamasından kaynaklı olduğu için akademik takvimde yer vermemektedir. Ama yapılmayan derslerin son iki haftada çizelgelenmesi gerekmektedir. Diğer ifadeyle, belirsiz bir zamanda derslerin yapılması gerekmektedir. Hem ders çizelgeleme problemi

hem telafi çizelgeleme problemi için dinamik olan matematiksel modeller, farklı problem ve kısıtların sonuçlara daha kolay ulaşmasını sağlamak için yapılmıştır.

Problem boyutu arttığında veya farklı kombinasyonlar kullanıldığında telafi dersleri için modelin mantıksal çözümünde çözüm üretilemediğini anlamıştır. Fakat sezgisel ve yapay zeka yöntemlerinin çözüm üretebileceği planlanmaktadır.



İKİNCİ BÖLÜM

KISITLAR

Çalışmada da bahsedildiği üzere eğitim sürecinin verimli olabilmesi için oluşturulan ders çizelgesi kurumun belirli kısıtlarını karşılamalıdır. Ders çizelgesi problemine ait tüm kısıtlar 2 ana grupta toplanabilir. Bunlar sıkı ve yumuşak kısıtlardır.

Sıkı kısıtlar; kullanılan çözüm yöntemi ne olursa olsun uyulması zorunlu olan kısıtlardır.

Yumuşak kısıtlar; kurumların özel isteğine ve tercihinine bağlı olarak yapılan kısıtlardır. Yumuşak kısıtlar arttırıldıkça, kurumların istekleri yerine getirilmiş olacağından daha istenilir düzeyde ders çizelgeleri ve ataması ortaya çıkarılmış olur.

2.1. Literatürde Kısıtların Oluşturulması

Köçken ve ark. (2014), kısıtları zorunlu kısıt ve esnek kısıt olmak üzere iki başlıkta incelemişlerdir:

Zorunlu (Sıkı) Kısıtlar: Yapılacak atamaların tek olması, ders planlarının eksiksiz yapılmasını, öğrenciler, öğretim elemanları ya da fiziki şartlar için çakışmanın olmaması, fiziki durumunun kapasitesine göre atama yapmayı sağlayan, ders saatlerinin fazla olmasından tek oturumla yapılamayan dersleri farklı günlere bölme gibi, istekleri karşılayacak kısıtlar olduğunu söylemiştir. Zorunlu kısıtların ders programı oluşturulurken mutlaka uyulması gereken kısıtlar olduğunu ve bu kısıtların eldeki kaynaklarla kullanılmaması durumunda ders programı oluşmadığını söylemişlerdir.

“Örneğin bir fiziki mekana aynı zaman aralığında tek bir dersin atanmasını sağlayan zorunlu kısıt gerçekleşmediğinde, bu fiziki mekana birden fazla sayıda ders ataması yapılabilir, bu da geçerli bir ders planının oluşturulamaması demektir.” Problemleri sadece zorunlu kısıtlarla çözülmesinde bile çözümün kolaylaşp tatmin edici sonuçlar çıktığını söylemişlerdir. Böylece ders-atama çizelgeleme kalitesini artırmak için esnek kısıtlara da ihtiyaç duyulacağını belirtmişlerdir.

Köçken ve ark. (2014), Esnek (Yumuşak) Kısıt : Öğrenciler ve öğretmenlere en büyük memnuniyeti sağlayacak atamalar yapmak için gerekli olan kısıtlar için çalışmışlardır. Öğretmen ve öğrenciye ders arasında dinlenme zamanı teneffüs bırakmak, bir öğretmen ya da öğrencilerin iki ders arasında sürenin istenen ve uygun şekilde ayarlanmasını, öğle arasının yapılan programda yer alması gerektiği, öğrencilerin dersler arasındaki bekleme süresinin kısa ve uygun zamanda olması, öğrenciler için fiziki ortam değişikliğinin az olması gibi kısıtları esnek kısıtlar olarak belirtmişlerdir. Bu kısıtlar mümkün oldukça kullanılabilir olması hedeflenip, ancak çizelgeleme probleminde farklı çakışmalar veya sorunlar oluşturdukları zaman, esnek kısıtlardan vazgeçilebilir. Bu esnek kısıtları sağlayabilmenin ders planını, kalitesini ve uygunluk durumunu arttırmakta olduğunu belirtmişlerdir. Esnek kısıtlara, literatürde direkt kısıtlar içerisinde yer verilirken bazen de problem için amaç olarak probleme eklenebilmişlerdir. Ve istenilen amacın optimize edilmesi ile esnek kısıtlarla olabildiğince uygun çalışmalara yardımcı olmuştur. Bu iki kısıtı özetlersek, zorunlu kısıtlar modellerin mutlaka yapılması gereken, tavizsiz kısıtlardır. Esnek kısıtlar ise öğretmenlerin, öğrencilerin istek ve önerileri göz önüne alınarak onların memnuniyetlerini arttırabilmek amacı ile modelde çalışılan kısıtlardır. Esnek kısıtları sağlamak hem kullanılan programı daha güzel ve kullanılabilir hale getirdiğini, hem de memnuniyeti arttırmak için dönem içi yapılan atamaların öğrenciler ve öğretmenler için daha verimli geçmesini sağlamışlardır.

2.1.1. Öğretim Elemanı Kısıtları

Acar ve Şevkli, (2013) örneği:

Önerdiği modeli Fatih Üniversitesi'nin 2008-2009 yılındaki 2. Döneme ait verilerle uygulamıştır. Final sınavlarını çizelgelemek için üniversitede 4 fakülteyi “(İİBF, Mühendislik F., Fen F., ve Edebiyat F.)” baza almıştır. Bu çalışmasında 13 günlük her gün 4 seans olarak toplam 52 seans vardır. 500’den fazla dersi, önerilen sezgisel yöntemleri kullanarak sınıf ve seanslara atanmasını sağlamıştır. Böylece uygulamadaki her seansta 100 sınıfa kadar kullanılabileceği amaçlanmıştır.

Bu model için başlangıç olarak maliyet fonksiyonu oluşturulup daha sonra bazı kısıtlara göre sınav ataması yapılmıştır. Çalışılan modelin bazı örnek detaylarını inceleyelim.

E: Sınavların kümesi

T: Zaman aralıklarının kümesi

R: Sınıfların kümesi

Çalışılan model için;

1. kısıt her bir sınavın ancak bir sınıfta olabileceğini göstermektedir.
2. kısıtta ise aynı anda bir sınıfta en fazla bir tane ders için sınavların yapılabileceğini gösterir.
3. kısıt ise sınavın yapılabileceği sınıfın kapasitesi toplamının, o dersleri alan öğrencilerin toplamlarından fazla olmasını göstermektedir.

Özyandı (2013) örneğinde ;

Çalışmasında Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde ders-atama çizelgeleme problemi çalışmış ve problem çözümü için **birçok** üniversitede geçerli olabilen temel kısıtları içeren ve tek aşama ile ihtiyaç olan bütün atamalarla gerçekleştirebilecek bir model oluşturulmak için çalışılmıştır. İncelediği bölüm için ders-atama çizelgeleri her müfredat dönemi başlarında yapılmıştır. Ders-atama çizelgeleri oluşturulmadan; bütün sınıflar için açılan dersleri, her ders için haftalık ders saatleri, ders şubeleri, ders veren öğretmenler ve ders verileceği derslikler yetkili birimlerce planlanmıştır.

“Başkent Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Endüstri Mühendisliği Bölümünün ders çizelgelerinin oluşturulması amacıyla oluşturulan atama modelinde 0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama yönteminden yararlanılmış, modelin çözümünde çözücü olarak CPLEX ve optimizasyon yazılımı olarak GAMS 21.2 kullanılmıştır.” [Özyandı, 2010].

Özyandı' nın, ders çizelgeleme ve atama problemleri için ele aldığı konulardan ilk önce, ders çizelgeleme ve ataması yapılacak dönem içinde açılacak dersleri hangi öğretim elemanlarının vereceği belirtilmiştir. Açılacak bölümün, öğretim elemanının hangi dersleri vermesi gerektiği bölüm tarafından önceden belirlenmiştir. Öğretim elemanlarına verecekleri dersin ders saatlerini seçmek için kendilerine seçim imkanı sunulmuştur.

Bu çalışmada, öğretim elemanları ile ilgili ve geliştirilen modelde dikkate alınan kısıtlar dönem içinde açılmış tüm derslere bir öğretim elemanı atanması gerektiği belirtilmiştir.

Her derse bir öğretim elemanı gerektiği için; bu kısıt zorunlu olan sıkı kısıttır.

Özyandı' nın öğretim elemanları için oluşturduğu kısıtlardan:

1. Öğretim elemanı için vereceği dersler belirlenmiş,
2. Ders vermek istemediği günler belirlenmiş,
3. Ders vermek istemediği,
4. Ders saatleri de belirlenip; kısıtlar oluşturulmuştur.

Bir öğretim elemanının bir dönem içerisindeki derslerinin ders saatleri çakışmaması gerektiği ayarlanmış ve bu kısıtlar tüm öğretim elemanları için olmak zorunda olan sıkı kısıtlardan olduğu vurgulanmıştır.

2.1.2. Müfredat Döneminin Kısıtları

Müfredat dönemi ile ilgili modelde dikkate alınan kısıtlardan; derslerin ders saatleri çakışmamalıdır. Yapılan ders çizelgesinin geçerli olması için, sınıf dersleriyle çakışmaması ve öğrencilerin o dönemdeki zorunlu olan dersleri alabilmeleri gerektiği belirtilmiştir. Bu kısıt zorunlu olan sıkı kısıtlardan olduğu vurgulanmıştır. Seçim şanslarının yüksek olması için de seçilecek derslerin de çakışmaması gerekmekte olduğu gösterilmiştir. Bu kısıtların tercihe göre yumuşak bir kısıt ama geliştirilen modelde sıkı bir kısıt olarak ele alınması gerektiği gösterilmiştir.

Can (2019), müfredat planı yaparken sınıfların güz ve bahar döneminde derslerle, ders saatlerinin çakışmamasını sağlamıştır. “Elde edilecek çizelgenin geçerli olabilmesi için, aynı sınıf derslerinin çakışmaması ve ilgili sınıf öğrencilerin o döneme

ait zorunlu dersleri herhangi bir problem yaşamadan alabilmeleri gerekmektedir.” Bu kısıtları sıkı kısıtlar olarak almıştır. Böylece o döneme ait müfredattaki seçmeli dersler için açılan dersleri de zorunlu yapıp diğer seçmeli grubunda derslerle çakışmamasını çalışmıştır. Bütün derslere numara verip, zorunlu ve seçmeli dersleri numaralandırmıştır.

2.1.3. Derslerin Kısıtları

Özyandı'nın geliştirdiği modeldeki asıl amaç bütün sınıflarda dersleri uyumlu zaman dilimlerine yerleştirmeye çalışmaktır. Bu aşama için dersler ile ilgili olan kısıtlamalar ortaya çıkmıştır.

“Bölüm tarafından önceden belirlenen tüm derslerin bütün saatlerinin ataması yapılmalıdır. Bu kısıt modelde olması zorunlu olan sıkı bir kısıttır.” [Özyandı, 2010]

Bu örnekteki kısıtlamalarda:

1. Haftalık ders saatleri, bölümün önceden belirlediği uygun ders bloklarına bölünmüştür.
2. Aynı dersin birden fazla şubesi olursa ve her şubeye aynı öğretim elemanı ders verecekse bu şubeler farklı iki ders gibi değerlendirilmiştir.
3. Derslerin çizelgeleme ve atamaları yapılacağında yumuşak kısıt olan öğretim elemanlarının tercihleri de göz önünde bulundurulmuştur.

Gürel'in çalışmasında;

Üniversitelerde okuyan öğrencilerin vize, final vs. sınavları belirlenen zaman dilimlerinde yapılması gerekmektedir. Binlerce öğrencinin dersleri, yüzlerce sınav bulunmaktadır. Sınavları, salonlara yerleştirmek, kimler hangi oturumda görev alacak, bazı dersler için kendine göre özelliği gözetmenlerin özel durumları, salonların yerleşme durumu, sınav süreleri farklı olabilmesi, gibi birçok farklı durumlar dikkate alınıp sınavların salonlara yerleştirilmesi gerektiğini ve salonlarda gözetmen olacak öğretmenlerin uygun şekilde ayarlanması gerektiğini söylemiştir. Üniversiteler genellikle meslek yüksekokulları, yani yeterli araştırma görevlisi olmayan fakülteler için gözetmenliği öğretim elemanlarının yapması gerekmektedir. Fakat gözetmenlik görevi, öğretim elemanları ünvanlarına göre dağıtılmaktadır. Sınavları yerleştirmede hâlâ çok fakültede, yüksekokul ve meslek yüksekokullarında elektronik tablo programı

veya el ile birkaç kişiyle bir ekip tarafından çok mesai harcanarak yapıldığını belirtmiştir. Bunun da sınıfların çakışması, gözetmenlerin çakışması, öğrencilerin sınıflara sığmaması vs. gibi sorunların meydana geldiğini bildirmektedir. Ayrıca öğretim elemanlarının çeşitli istekleri olmaktadır. Örnek olarak kendi dersinde sınav yapacağı önceki veya sonraki oturumda gözetmen olmak istememektedir. Hem de öğretim elemanları mümkünse kendi bölüm öğrencilerine gözetmenlik yapmayı isterler. Bazı sınavların süreleri de ortalamanın çok fazla üzerinde olabiliyor. Bu uzun süreli sınavların da, dengeli dağılması gerektiğini savunmuştur. Hatta bazı öğretmenlerin gözetmenlikten muaf olması gerekebiliyor. Aslında zaman çizelgeleme problemi olan sınav atamaları için asıl amaç, kısıtların en iyi kullanılabilecek performansla, en az çakışma ile kullanarak uygulanabilir bir çizelgeleme kurgulamaktır. Problem çözümü için hiçbir zaman kesin çözüme ulaşmamıştır. Çizelgeleme problemini çok zor bir problem olarak belirtmiştir. Bundan dolayı bu tarz problemlerin çözümünde farklı yaklaşımlar kullanılmıştır.

Çalıştığı bazı kısıtlardan ;

- " • Sınavların yapılacağı tarih aralığı belirlenir.
- Sınavların yapılacağı saat aralıkları belirlenir.
- Sınavın yapıldığı yıl, dönem ve ara sınav mı yıl sonu sınavı mı olduğu girilir.
- Özel durumu olan derslerin sınavlarının belirli bir oturum için rezerve edilmesi "

gibi kısıtlar belirleyerek çalışma yapmıştır.

Gürel bu model için öncelikle bu zaman çizelgeleme problemi sınav atamalarındaki amacı, kısıtlara bakılarak, en iyi performansı, en az olacak çakışmalar ile çizelgeleme yapabilmek için belirli kısıtlara göre sınav atamaları yapılmıştır. Aşağıda örnek modelin bazı detayları incelenmiştir.

1. Kısıtta öncelikle sınav tarihleri ve tarih aralıkları belirlenmiştir.
2. Kısıt için sınavların yapılacağı saatler ve saat aralıkları belirlenmiştir.
3. Kısıtta ise sınavların yapıldığı yıl, hangi dönem, ara dönem mi yıl sonu mu belirlenmiştir.

4. Kısıtta ise son olarak özel durumu olan dersler için yapılan sınavların belli bir oturma yerleştirilmesi yapılmıştır.

Sağlam'a göre;

Çalışmasında, doğrusal programlama probleminde özel bir durum olan atama modelini kullanıp zaman planlaması yapmıştır. Uygulamayı çalışmak için yer olarak Dağ ve Komando Okulunu seçmiştir. Araştırma üç bölümde yapılmıştır. Birincisinde; ulaştırma modelini tanıtmış, uygulama yapacağı alanlarla, bir ulaştırma modeli için matematiksel çözüm tekniklerini kullanmayı düşünmüştür. İkincisinde; atama modelinin tanımlayıp, kullanım alanlarından ve çözüm tekniğinden bahsedilmiştir. Üçüncüsünde ise Dağ ve Komando Okuluna atama model yapımı ile örnek olacak zaman planlaması uygulamasını çalışmıştır.

“ Her yerleştirmeden sonra çakışma olup olmadığı kontrol edilmekte çakışma varsa planlanan ders planlanmamış dersler arasına alındıktan sonra planlama işlemine devam edilmektedir. Elde mevcut dersler bitene kadar iterasyon devam etmektedir.”
[Sağlam, 2007]

Sağlam, bu model için öncelikle belli kısıtlara göre derslerin atamaları yapılmıştır. Aşağıda kısıtları belirlenen örnek modeli inceleyelim.

- 1.Kısıtta : Dersin verilebileceği tarih kesin olarak belirlenmiştir.
- 2.Kısıtta : Derslerin başlanacağı hafta ve hangi günler olduğu belirlenmiştir.
- 3.Kısıtta : Derse girecek öğretmenler ayarlanmıştır.
- 4.Kısıtta : Dersin verileceği yer ve sınıfların ayarlaması yapılmıştır.
- 5.Kısıtta : Derse katılacakların hangi kurs ve takımdan katılacağı belirlenmiştir.
- 6.Kısıtta : Dersten önce ve sonra planlanacak dersler belirlenmiştir.
- 7.Kısıtta : Derste kullanılacak cihazlar araç gereçler belirlenmiştir.
- 8.Kısıtta : Ders öncesinde bedeni zorluk içeren ders planlaması yapılmamıştır.
- 9.Kısıtta : Aynı gün içerisinde başka dersler planlanmamıştır.
- 10.Kısıtta : Belirli bir tarihe kadar hafta sonu tatili konulmamıştır.
- 11.Kısıtta : Kursların ayarlanacak zaman dilimleri belirlenmiştir.

“Sınav çizelgesinde sınavların bu çizelgede hangi günlerde ve zaman dilimlerinde yapılacağı ve ilgili sınavların hangi sınav salonlarında yapılacağı belirlenmelidir. Çok sayıda öğrenci grubunun gireceği sınavların atamasının bu çizelgede en iyi şekilde yapılması hedeflenmektedir.” [Koca, 2018]

Koca çalıştığı kısıtlar için;

1. Kısıtta hangi sınavın, hangi sınıfta, hangi günler, ne kadar zamanda yapılması durumunu belirlemiştir. Bu durumda bir sınavın herhangi bir günde ve zamanda ve herhangi bir sınıfta yapılması ayarlanmıştır.

2. Kısıtta sınavların düzenlendiği sınıflar için kapasitelerinin sınava giren öğrenci sayılarının toplamından daha fazla olmasını gerektiren durum belirtilmiştir.

3. Kısıtta herhangi bir zamanda yapılacak sınav için kullanılacak sınıfların sayısının gözetmen sayısından daha fazla olmaması gerektiği belirlenmiştir.

4. Kısıtta ortak yapılan sınavların belli bir zamanda yapılması hedeflenmiştir.

5. Kısıtta aynı zamanda yapılan sınavlara girecek öğrenci grubu için iki sınavın aynı sınıfta yapılamayacağı durumu belirtilmiştir.

6. Kısıtta bir öğrenci grubu için belli bir gün en çok iki sınava girmesi durumu belirlenmiştir.

7. Kısıtta belli bir öğrenci grubu için belli bir günde fazladan gireceği sınav sayısı belirtilmiştir.

8. Kısıtta ise son olarak bir öğrencinin bir günde birden çok sınava girmesi durumu belirtilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME - ATAMA PROBLEMLERİ

Burke ve ark. (2001), çok boyutlu atama problemleri olarak tanımlanmıştır. Günümüzdekine benzer şekilde dersleri sınıflara ve öğretmenleri haftalık çizelgelemede uygun zaman dilimlerine gerekli kısıtlar kullanarak çizelgeleme yapmıştır.

Gunavan ve ark. (2008), ders çizelgeleme problemlerinin çok geniş uygulanabilen alan ve zemini olduğu için oldukça fazla araştırmaya konu olduğunu belirtmişlerdir. Bir çok üniversitelerde her dönem başında karşılaşılan yönetsel bir problem olduğunu düşünmektedirler.

Burke ve ark. (2007), ders çizelgelemesi elde etmek amacıyla renklendirme işlemi için tabu arama algoritması kullanmışlardır. Uygulanacak yaklaşımdaki sezgiselleri arama uzayını ve bunlarla alakalı olarak bilgisayarla çalışma ortamını ve zamanını düzenlenmektedir. Yapılan çalışma ve deneyler sonucundaki bu algoritmayla istenilen ve kabul edilen sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Çok alanda kullanılır ve uygulanması kolaylık sağladığından dolayı çokça araştırmaya konu olmuştur. Ders çizelgeleme problemi birçok okulda hatta üniversitelerde dönem başlamasıyla birlikte önemli bir uygulamadır.

Genel olarak bakılırsa da çizelgeleme birçok üretim, hizmet, ulaşım, sağlık, eğitim alanlarında da kullanıldığından en önemli kullanması gereken zamanlama dilimleridir. Zaman çizelgelemede belli kurallar dahilinde düzenleyip kısıtları sağlayarak yeterli kaynakların kullanılması gereklidir. Bunun için, ders atama çizelgeleme problemini çözmek için de zaman dilimlerinin değerlendirilmesi, düzenlenmesi ve sıkı bir kısıt değerlendirilmesi önemlidir. Ulaşım, makine, personel, sağlık, spor, eğitim-öğretim kurumlarından, öğretmenden öğrenciye ve zaman, dersler, derslik olduğu gibi bilgi kurumunda kaynaklarına ve ihtiyaçlarından neler yapmak istediklerine uygun olarak en iyi atamayı yapmasını sağlayıp problem optimum düzeyde çözümlenmelidir.

Okullar için uygun olacak bir ders atama çizelgesi yapılabilmesi için okul derslerinin yapısı, derslerin içeriği, insanlar ve derslikler açık şekilde belirlenmelidir.

Okullarda her sınıf için istenilen dersler ders saatleri sayısı hangi öğretmen verecek belirlenecektir. Bazen bir dersi iki öğretmen vermek durumundadır ve bu gibi durumlarda öğretmenler aralarında taksim yapılabilir. Okullarda seçmeli dersler, zorunlu dersler ve uygulamalı dersler bulunmaktadır. Öğrencinin veya velisinin seçmesi veya seçmemesi ya da sınıfın ihtiyacına göre bu derslerin çakışması önlenabilir. Bu özellikler toplanınca derslerin çizelgelenmesi için ihtiyaç olacak kısıtlar belirlenebilir.

Kısıtlar:

Dersin başladığı saat, günlük ders saati, tenefüs saati, ders isimleri, öğretmenler, uygun sınıflar, genel kısıtları oluşturur.

Derslerin başladığı saat, haftalık gün sayısı, sınıfların şubeleri, ders kısıtlarını oluşturur.

Sınıf şekli, sayısı, büyüklüğü, ders listesi sınıf kısıtlarını oluşturur.

Dersin türü, saat sayısı, seçmeli olup olmaması, hangi günün saatinde dersi istiyor gibi kısıtlar da öğretmen kısıtlarını oluşturur.

Malim (2006), ders-atama çizelgeleme problemlerini üç alt probleme ayırmıştır.

- 1) ders-öğretmen atama problemi,
- 2) olay-zaman atama problemi,
- 3) olay-sınıf atama problemi.

Ders-öğretmen atama problemlerinde öğretmenlerin bütün sınıflara ve olaylara atanmasını gerçekleştirmiştir. Olay-zaman atama probleminde bütün sınıfların olayları belirlenen zaman dilimlerine atama yapmıştır. Olay-sınıf atama probleminde de bütün olayları belli sınıflara atanmasını sağlamıştır.

Okullarda verimlilik artması için ders çizelgeleme-atama problemi belli kısıtlar çerçevesiyle çözümlidir. Zor kısıtlar ve yumuşak kısıtlar altında incelenebilir.

Zor kısıtlar olması gereken zorunlu olan, yumuşak kısıtlar ise öğretmenlerin ya da görevlinin isteklerine bağlı değişebilen kısıtları ifade eder. Bu kısıtı yapmamak çok fazla çözüme engel olmaz.

Yumuşak kısıt artarsa istekler yerine getirildiği için ders çizelgesinin verimliliği artmış olur. Ama kısıtların artması yine de çözümü zorlaştırmış olur, duruma göre kısıtlar gevşetilip çözüm kolaylaştırılabilir.

3.1. Eğitim Kurumlarında Ders Çizelgeleme-Atama Problemleri

Ders çizelgeleme-atama problemleri birçok durumun uygun zaman dilimlerine uygun derslerin atanması esasına dayalı eğitim kurumlarında derslerin ve sınavların programlarının yapılmasıdır. Günlük hayatta otobüs, uçak, tren saatlerini belirlenmesi, hastane işçi vardiyalarının düzenlenmesi gibi örneklerle de karşılaşılabılır.

Abdullah (2006), eğitim öğretim kurumlarındaki zaman çizelgeleme problemini okul çizelgeleme ve üniversite çizelgeleme olarak iki grupta incelemiştir. Sonra üniversiteyi de ders çizelgeleme ve sınav çizelgeleme olarak iki grupta incelemiştir. Eğitim-öğretim kurumlarında karşılaşılan bu problemler zaman çizelgelemenin genel özelliklerini içerdiği halde birbirlerinden farklıdır. Bu farklılıklar her problemin kendine ait kısıtları, gerekli ihtiyaçları ve kuralları olduğundan yapıldığını belirtmiştir.

Mir Hassani (2006), öncelikle eğitim kurumları, karşılaşılan ders çizelgeleme-atama problemlerinin okullardaki seviyenin, okuldaki kuralların ve eğitim-öğretim sisteminin ülkeler arası farklılık olduğundan aralarında büyük değişiklikler bulunduğunu belirtmiştir.

Bu tez çalışmasında eğitim kurumlarındaki ilköğretim ders çizelgeleme-atama problemleri ele alınıp incelenmiştir. Çözümü için en çok okuldaki temel kısıtlar ve atamalarda gerekli olan tüm ders çizelgeleme-atama yöntemini kullanıp gerçekleştirilebilecek tamsayılı programlama modelini okullardan aldığı verilerle uygulamıştır.

Altunay ve Eren (2006), zaman çizelgelemeyi çok fazla uygulama alanına sahip olduğu için genelde eğitim kurumlarında dersleri ve sınavları düzenlerken kullanılmaktadırlar. Sınavları ve ders programını hazırlamak gibi çizelgeleme faaliyetlerini eğitimsel zaman çizelgeleme problemi olarak değerlendirip çalışma yapmışlardır. Okullardaki veya üniversitelerdeki idarecilerin, öğretmenlerin, yada öğrencilerin özel isteklerini veya ihtiyaçlarını karşılamak için en uygun ders programının hazırlanmasının eğitim-öğretim kurumları için oldukça önemli olduğunu söylemişlerdir.

Derslerin öğretim elemanlarıyla, fiziki şartlarla, gerekli zaman aralıklarıyla üniversitelerde her bölümde, her dönemde yapılması gereken idarecilerin önemli bir görevidir. Kalabalık

öğrenciler olduğundan çizelgeleme oluşturmak çok zahmetli ve çok zaman alan bir iştir ve birçok kısıtlar mevcuttur. Tam zamanlı yarı zamanlı çalışan okullar derslik sayısı ve diğer esnek kısıtlar problemi daha da zorlaştırabilir.

Üniversiteler ve özel kurumlarda dahil olmak üzere bütün kurumlarda yapı ve özelliklerine uygun isteklerini optimum düzeyde karşılayacak şekilde uygun çözüm modelleri kullanılmaktadır. Bundan dolayı, literatürde çok çeşitli ve birbirinden farklı yapıda modellemeler bulunmaktadır. Bu modellemeler, sınavları üniversiteleri okulları ayrı ayrı başlıklar altında incelemiştir.

3.1.1 Okul Çizelgeleme Problemleri

Okul çizelgeleme problemleri bir okuldaki bütün derslerin haftalara göre çizelgeleme ve ataması için yapılan planlamadır. Çizelgelenip atanacak derslerin önceden belirlenmiş problem ders saatleri ve öğretmenlerin belli zaman dilimlerinde çizelgelenip atanmasını sağlayacaktır. Çizelgelerin uygulanabilirliğinin sürekliliği için belirli kısıtlar oluşturulmuştur.

Esnek bir çizelge oluşturmak için dersleri çizelgeleme işlemi belli kısıtlar çerçevesinde yapılması gerekmektedir. Okul çizelgelemede en belirgin kısıtlar; derslikler, dersliklerin kapasitesi, öğretmenin dersi, ve dersler arasındaki teneffüs süreleridir.

Okullara veya planlanacak iş bölümlerine ait olacak ders veya atama programlarının çözülmesi için öncelikle doğru tanımlanıp neler yapılması gerektiği listelenip çalışılmalıdır. İlk olarak toplanabilecek veriler:

- Haftalık ders saatinin ne kadar olduğu bilgisi
- Zorunlu ders veya seçmeli ders olması
- Dersin durumuna göre ihtiyaçlar neler
- Ders yapılacak sınıfların kapasitesi
- Sınıfların kullanılacağı zaman aralıkları
- Sınıfların uygulamalı dersler için uygunluk durumu
- Öğretmenlerin hangi dersler için sorumlu olduğu
- Hangi zamanlarda çalışması gerektiği
- Yapılacak dersin saatine uygun zaman dilimi
- Özel istediği saat veya başka okullarda görevlendirmesi varsa değerlendirilmesi
- Günlük yapılabilecek ders saatinin ne kadar olacağı

- Teneffüsler ve öğle araları haricindeki saatlerin kullanımı ilk olarak tespit edilmesi gerekmektedir.

Sonraki aşamalarda, problemi tanımlarken bize yardımcı olacak olan dersler, öğretmenler, derslik sayısı ve kontenjanı okula özgü kısıtlar olarak kullanılmaktadır. Problemin çözümü için sıkça konusu geçen bu zorunlu kısıtlar kesinlikle sağlanması gereken kısıtlardır.

Ders çizelgesinin esnek olması için işlem belirli kısıtlarla yapılmalıdır. Okul ders çizelgeleme problemlerinin çözümü için en öncelikli kısıtlar ise; derslikler, dersliklerin kapasitesi, öğretmenlerin yükü, ve iki ders arası teneffüs süreleridir. Bu işlemlerle sıkı kısıtları ayarladıktan sonra yumuşak kısıtlar için işlem yapılması daha uygun olur.

" Eğitim Zaman Çizelgeleme Problemleri de tüm zaman çizelgeleme problemleri gibi zorunlu (hard) ve esnek (soft) olmak üzere iki kategoriye ayrılan çok sayıda kısıt içermektedir." [Kökçen ve ark., 2014]

Esnek kısıtlar zorunlu olmayan fakat yapılması durumunda problemin çözümünü ve kalitesini yükseltecek kısıtlardır. Yani problemlerin çözümünde asıl gerekli olan zorunlu kısıtlardır. Ders atama çizelgelemesinin verimi ve kalitesi ise esnek kısıtların karşılanabilirlik derecesine bağlıdır. Problemde dikkate alınan bu kısıtlar eğitim-öğretim kurumlarının beklentilerine, istediği özelliklere ve ihtiyaçlarına göre çok çeşitli olabilir.

3.1.2. Üniversitelerde Ders Çizelgeleme Problemleri

Üniversite çizelgeleme problemleri için iki farklı değerlendirme yapılabilir. Ders çizelgeleme-atama ve sınav çizelgeleme problemidir. Ders çizelgeleme-atama problemi belli zaman dilimlerinde ve dersliklerde öğretim üyesi, dersler ve öğrenciler gibi farklı durumları atamakla ilgilenirken, sınav çizelgeleme problemleri için zaman dilimleri ve dersliklere sadece sınavların atanmasıdır. Bu iki problem benzer özelliklere taşınmalarına rağmen aralarında büyük farklılıklar vardır. Örnek olarak, sınav çizelgeleme problemi hazırlarken birden fazla sınav büyük dersliklere atanabilir, fakat ders çizelgeleme problemi yaparken böyle bir durum mümkün olmayabilir.

Eğitim-öğretim kurumlarının içerisindeki ekonomik sistem için ihtiyaç duyulan nitelikli insan yetiştirecek üniversiteler çok önemli bir konuma sahiptir.

“Üniversitelerin, uzmanlık alanlarına göre fakülte ve bölümlere ayrılmakta ve bölümlerde farklı seviyelerde önlisans, lisans, yüksek lisans ve doktora programlarında eğitim faaliyetleri sürdürülmektedir.” [Can, 2019]

Can (2019), üniversitedeki bölümlerin eğitimin hedefleri yönünde devamı için programlarındaki dersleri etkili ve verimli sürdürmekle mümkün olacağını belirtmiştir.

Kökçen ve ark. (2014), çalışmalarında derslerin öğretmenlere veya zaman aralıklarına yada dersliklere atanması üniversiteler için her bölümde ve her dönemde yapılması gereken bir görev olduğunu söylemişlerdir. Sayıca fazla olan öğrenci grubunun, haftalık bazı günlerde ders programını oluşturmak zor ve zahmetli bir iş olduğunu belirtmişlerdir. Bu çizelgelemedeki atamayı etkileyecek kısıtları tam zamanlı ve yarı zamanlı çalışan öğretmenler ya da derslere atama yapılacak dersliklerin sayısı olarak değerlendirmişlerdir. Ayrıca, bu kısıtların problemleri daha çok zorlaştırdığını saptamışlardır.

Çizelgeleme için model çalışmasında daha memnun edici sonuçlar almak için öğretim elemanlarının da görüşleri göz önünde bulundurularak değerlendirme yaptırılabilir. Çalışmalarda proje tercihleri dikkate alınarak geliştirilen bir modelde ki problem çözümünde daha tatmin edici çözümler elde edilebilir ve çok amaçlı bir problemde kısıtlara yönelik tercihler göz önünde bulundurulduğunda, çözümdeki memnuniyet ve işlevsellik arttırabilir.

3.1.3. Sınav Çizelgeleme Problemi

“İlk ve orta öğretim kurumlarında, üniversitelerden farklı olarak sınav programı hazırlarken salonlara yerleştirme ihtiyacı duyulmamaktadır. Bunun sebebi ilk ve ortaöğretim kurumlarında derslere ara verilen bir sınav haftası mevcut değildir ve her dersin sınavı kendi ders saatinde kendi sınıfında yapılmaktadır” [Öztürk, 2017].

Öztürk (2017), sınav takvimi uygulamasını çalışmamıştır. Ders hocaları kendi ders saatlerinde sınavlarını yaptığı için gözetmen ihtiyacı oluşmamıştır.

Ortaokullarda sınav dönemleri karışık zamanlarda yapıldığından sınav çizelgesi yapılmamaktadır. Fakat sınavlar belirli zaman diliminde yapılacak olursa bu uygulamalar kullanılabilir.

Sınav çizelgeleme için derslikler ve zaman dilimlerini ayarlamak yeterli görünse de dersin öğretmenini ve sınıf büyüklüğüne atamak gibi kısıtlar bu uygulamaların kullanılmasını gerektirir.

Abdullah (2006), sınav çizelgeleme probleminin eğitim-öğretim kurumlarına konu olan temel bir durum olduğunu belirtmiştir. Sınavlar için belirlenen kısıtlarla yapılıp, belli bir zaman aralığında olmasını gerekli görmüştür.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

Yıllardır çeşitli olması ve karmaşık olmasına rağmen araştırmacıların ilgisini çekmesiyle ders çizelgeleme çalışmalarına günümüzde devam edilmektedir. Literatürde problemleri çözmek için çok değişik çözüm yaklaşımları ve bazı algoritmaların geliştirildiği görülmektedir.

Eğitim-öğretim kurumlarının ders-atama çizelgeleme problemlerini çözmek için Özyandı'nın (2010) kullandığı birkaç yaklaşımdan bahsedilmiştir.

4.1. Matematiksel Programlama

Matematiksel programlama problemlerin çözümü için önemli bir yaklaşımdır. Bu yöntemi kullanabilmek için tamsayılı programlama, doğrusal programlama, amaç programlama yaklaşımlarıyla birçok çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Daskalaki ve ark. (2004), bilgisayar programlama teknolojilerinin olmadığı dönemlerde matematiksel programlama, büyük boyutu olan problemleri çözmek için yeterli olmuyordu. Bu sebepten çok büyük boyuta sahip karmaşık olan ders çizelgeleme-atama problemi geçmişine baktığımızda bu yaklaşımın pek tercih edilmediği anlaşılmaktadır.

Altunay (2015), ders çizelgeleme probleminde kullandığı yöntem ilk olarak matematiksel yöntemdir. Matematiksel programlamayı doğrusal, tamsayılı programlama ve karışık tamsayılı programlama olarak üç başlıkta incelenmiştir. Çözeceği optimizasyon programı için kullanılacak en iyi yöntemin matematiksel yöntem olduğunu düşünmüştür. Bunu problemdeki bilinmeyenler, değişkenler ve kısıtlarla amaç fonksiyonları oluşturup bir modelleme çalışmıştır. Asıl amacı ise istenilen kısıtlarla amaç fonksiyonunu en iyi sonuçlara ulaştıracak değerleri bulabilmektir.

4.2. Grafik Renklendirme Sezgiselleri

Grafik renklendirme sezgiselleri ders çizelgeleme problemi için ilklerdendir. Bundan önce her dönem elle yapılmaktaydı. Bu grafik işleme ile grafik üzerinde birbirine komşu olan düğümlere farklı farklı renklerin atanmasıyla oluşturulmuştur.

Burada amaçlanan, en az sayıda renkle bütün düğümlere farklı komşulardan farklı bir renk vermektir. Bu dersler atama problemindeki derslerdir ve farklı farklı renklerin atanması bu dersler arasındaki komşuluklara göre gerçekleştirilebilir.

Balık ve ark. (2006), ders çizelgeleme problemi çalışmasının çözümünde ilk olarak grafik renklendirme sezgisellerini kullanmışlardır. Daha öncesinde okullardaki hazırlanan ders çizelgelerini bir önceki dönem çalışılan çizelgeleme üzerinde değişiklik yaparak yani elle çalışmışlardır.

4.3. Tavlama Benzetimi

Yerel olan en iyi noktaya yakalanmadan çözümün en iyisini araştırmak için uyarlanmış tekrarlanabilen olasılıklı bir algoritmadır. Kullanım şekli duruma göre rastgele atamalar yaparak ders çizelgesi başlangıç çözüm kabul edilerek başlanır.

Özyandı (2010), tavlama benzetimini ders-atama çizelgeleme probleminin çözümünde metallerin tavlama işlemini kullanarak tavlama benzetimine göre rasgele atamalar yaparak bir ders çizelgesinde başlangıç çözüm olarak düşünmüştür. Belirli bir sıcaklığa ve maliyete sahip bu başlangıçtaki çözüm üzerinde belirlenen hareket mekanizmaları kullanıp yeni çözümlere ulaşmıştır. Bu çalışılan işlemler metallerin tavlama aşamasındaki uyguladığı soğutma işlemlerine denktir. Ulaşılan yeni çözümlerin maliyeti ile başlangıç çözümün maliyet değerini karşılaştırmıştır. Bu aşamalarda tavlama benzetimi kullanmak isteme sebebi başlangıç çözümünü iyileştirmek istemesidir.

4.4. Genetik Algoritmalar

Doğal seçim ilkesine dayalı bir optimize tekniğidir. Önceki kullanılanlara nisbeten farklılık gösteren bu yöntem parametre kümesi yerine kodlanmış biçimlerini kullanır.

Emel ve Taşkın (2002), olasılık kurallarıyla çalıştırdığı genetik algoritmalarını, amaç fonksiyonu için kullanır. Çözüm kısmının tamamını kullanmayıp belli kısmını çalışmışlar. Sonuçta daha kısa bir süre içinde çözüme ulaşmışlar. Genetik algoritmaları ders çizelgeleme -atama problemleri için aşağıdaki sıra gibi çalışmışlardır;

“ • Arama uzayındaki tüm mümkün çözümler yani ders çizelgeleri dizi olarak kodlanır.

- Genellikle rassal bir çözüm kümesi seçilir ve bu küme başlangıç popülasyonu olarak kabul edilir.
- Her bir dizi için bir uygunluk değeri hesaplanır, bulunan uygun değerleri dizilerin çözüm kalitesini gösterir.
- Bir grup dizi belirli bir olasılık değerine göre rassal olarak seçilip çoğalma işlemi gerçekleştirilir.
- Yeni bireylerin uygunluk değerleri hesaplanarak, çaprazlama ve mutasyon işlemlerine tabi tutulur.
- Önceden belirlenen kuşak sayısı boyunca yukarıdaki işlemler devam ettirilir.
- İterasyon, belirlenen kuşak sayısına ulaşıncı işlem sona erdirilir. Amaç fonksiyonuna göre en uygun olan dizi en iyi çözüme yakın çözüme sahip ders çizelgesi olarak seçilir [Emel ve Taşkın, 2002]. ”

4.5. Kısıt programlama

Büyük boyutlu bir problemin çözümü için kullanılan bir yaklaşım biçimidir. Etkili olumlu sonuçlar verir. Ders atama çizelgeleme probleminde kısıt tatmin problemi olarak kullanılmaktadır.

Benli ve Botsalı (2004), için kısıt tatmin problemleri üç ana bileşenden oluşmuştur. Bunları değişkenler, her bir değişkenin alacağı değer ve değişkenlerin aynı zaman içinde alabileceği değerlerin sınırlandığı kısıtlardır. Ders çizelgeleme-atama problemi çalışmasında dersler, kısıt programlama değişkenlerini; çizelgeleme kısıtlarını ise, kısıt setini oluşturarak çalışmışlardır. Kısıt tatmin probleminde asıl amaç, bütün kısıtları sağlayabilen değişkenlerin değerlerini bulmak iken problemin optimizasyonundaki amaç ise; kısıtların sağlanmasından sonra amaç fonksiyonu için en uygun değerlerin bulunması için çalışmışlardır. Kısıt programlamayı; mevcut kısıt sistemiyle birlikte değişkenlerin alacağı değerler için yeni kısıt üretimi fonksiyonu ile çalışmışlardır. Bunu çalışmakta amaç; iki değişken için aynı anda aynı değeri almamasını sağlamaktır. Kısıt programlamada özellikle değişkenlere değerler atanırken, aranan alan da daraltılmıştır. Bu durumda, ders sayıları çok fazla olduğu zamanda, yani çözümleme alanının çok geniş olduğu çizelgeleme problemlerinin çözümünde kolaylıklar sağlanmasını amaçlamışlardır.

4.6. Bulanık Mantık

Hesaplanması zor olan, nicel nitelikli, modellenmesi zor, doğrusal dolmayıp karmakarışık kısaca bilgilerin belirsiz olduğu durumlarda kullanılır. Sayılamayan tahmini durumlarda mantık hesabıyla az, çok, biraz vs. gibi durumlarda kullanılır. İsminden de anlaşıldığı gibi bulanık durumlarda kullanılan bir yaklaşımdır.

Asmuni ve ark., (2005) ders çizelgeleme-atama probleminin bulanık mantıkla çözümünde her ders için bulanık mantıkta öncelik verilip en az maliyete sahip olabilecek ders çizelgesine atanabilmektedir.

4.7. Karınca Kolonisi Optimizasyonu

Stützle ve Dorigo (2003)'ya göre karıncalar yuva ve yiyecekleri arasında gidip gelip işbirliği yaptıkları için bu yaklaşım için de ders çizelgeleme problemi çalışmasında dersler ve derslerin atanma zaman dilimlerini ayarlama bir başlangıç olmuşlardır. Sonra da karınca kolonisi çalışmaları için başlangıç dersi olmuştur. Her karıncanın çizelgelemeyi tamamlayıncaya kadarki bir sonraki dersi seçmek için gereken yöntemler ve miktarlarına göre geçiş kuralları uygulanır. Çizelgeleme oluşturulma aşamasında bir karıncanın diğer karıncaları dönüşünü değiştirmek ve bulunduğu yerdeki en iyi noktalara takılıp kalmayı önlemek için; “yerel güncelleme kuralını uygulayarak seçilen dersler arasındaki feromon miktarını azaltır. Tüm karıncalar çizelgelerini tamamladıklarında o anki iterasyondaki en iyi ders çizelgesinin dersleri arasındaki feromon miktarını arttırmak ve diğer yolların feromon miktarlarını azaltmak için global güncelleme kuralı uygulanır.” Böylece bütün karıncaların en iyi çizelgelemede odaklanmalarını sağlamışlardır. Bu işlemler doğrultusunda belli bir durdurma kriteri oluşuncaya kadar sırayla tekrarlamışlardır.

Karınca kolonileri dünyaya konulan kanunların doğal bir şekilde gösterilmesidir. Doğadaki karıncaların yuvaları ve yiyecekleri arasında gidip gelerek işbirliği içinde çalışma yapmaları temeline dayanan bu yaklaşım, bilim insanlarına da ders çizelgeleme problemlerini çözmek veya başka çözüm yolları aramak için doğal bir yol göstericidir. Feromon değeri ile birlikte sosyal ilişkilerin artması da optimum sonuç elde edilmesine yardımcı olunabileceğini gösterir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

DERS ÇİZELGELEME-ATAMA PROBLEMİ MODELLEMESİ

Bu tez çalışmasında bir ortaokul için ders çizelgeleme atama problemi ele alınmıştır. Problemin çözümü için birçok okulda kullanılabilecek temel kısıtlar içeren ve tek bir aşama ile tüm atamaları gerçekleştirebilecek bir model oluşturulmak istenmiştir. Ancak her dönem kullanabilmek, okul yönetiminin öncelikleri ve öğretmenlerin tercihleri dikkate alınarak problem iki aşama kullanılarak çözdürülmüştür.

İncelenen okul için ders çizelgeleme-atama her dönem başında yeni müfredat olarak yapılmaktadır. Dersleri çizelgeleme yapılmadan önce; tüm sınıflar için açılacak olan dersler, dersler için haftalık ders saati, derslerin şubesi, dersi verecek öğretmen ve derslerin verileceği derslikler ile ilgili planlama birimler tarafından yapılmaktadır. Bazı öğretmenlerin başka okullarda derse girmeleri gibi durumlardan dolayı öğretmenler ders verecekleri saatleri kendileri belirleyebilmektedir. Bu aşamaları değerlendirdikten sonra dersin türü, hangi günde verileceği, hangi ders saatine atanması gerektiği problemi idareciler tarafından değerlendirilmekte ve fazla zaman kaybına sebep olmaktadır. Bu şekilde oluşturulmuş ders atama çizelgeleri, öğretmenlerin ve idarecilerin beklentilerini karşılayamamıştır. Bu sebeple, alternatif çözüm planları elde etmek için farklı çözüm yöntemleri önerilmektedir.

Genellikle ortaokullarda derslerin haftalık süre içerisinde ders saatleri her günde öğleden önce dört ve öğleden sonra üç ders olabilecek şekilde ayarlanmaktadır. Okulun müfredatı 2 dönemden oluşmaktadır. Ders atama çizelgesi, her dönemde haftada 5 gün ve günde 7 saat olacak şekilde ayarlanmıştır. Bu günler içinde ilk 4 saat sabah saatlerinde, son 3 saat öğleden sonraki saatler için planlanmıştır. Öğle arasında, diğer ifadeyle sabah 4 saatlik derslerden sonra 1 saat öğle yemeği arası vardır.

Çalışılan 5.-6.-7.-8. sınıflardaki bütün dersler bu zamanlar değerlendirilerek ders çizelgesi şeklinde ve mevcut kısıtlar doğrultusunda yapılmaktadır. Bu değerlendirilen kısıtlar okullara göre farklılık gösterebilmektedir.

Halit Ziya ortaokulunun ders atama çizelgesinin oluşturulması amacıyla yapılan atama modelinde çok boyutlu 0-1 Tamsayılı Programlama yönteminden faydalanılmış ve modeli çözmek için çözücü olarak CPLEX programı kullanılmıştır.

5.1. Ders Çizelgeleme-Atama Problemi Model Önerileri

5.1.1 0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelleri

Halit Ziya Ortaokulunda ders çizelgeleme-atama problemlerinin çözümünde oluşturulan atama modeli için 0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama modelinden yararlanılarak, modelin çözümü için çözücü CPLEX kullanılmıştır.

5.1.2 İndisler, Parametreler, Karar Değişkenleri

Karar değişkeninde de kullanılan indisler ve tanımları :

İndisler

Önerilen modelde kullanılan veriler birbirleriyle ilişkili olmalarına göre gruplandırma yapılmıştır. Bu gruplandırma kümeler şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımlanan kümeler :

$N = \{1, \dots, n\}$	N: Öğretmen gruplarındaki tüm öğretmenlerin kümesi
$S = \{1, \dots, s\}$	S: Ders programında yer alacak öğretmen grubu kümesi
$M = \{1, 2, \dots, m\}$	M: Bir öğretmene, bir günde ve saatte atanabilecek sınıflar kümesi
$D = \{1, \dots, d\}$	D: Ders programında yer alacak günler kümesi
$K = \{1, 2, \dots, h\}$	K: Bir öğretmene, bir derste ve bir günde atanabilecek saatler kümesi

N', S', M', D', K' : Öğretmenlerin izinli günleri için kullanılan sırasıyla öğretmenler, gruplar, sınıflar, günler ve saatler kümesi

Bu kümelerin elemanları önerilen modelin parametresinin oluşturulması için tanımlanmıştır :

Parametreler

n	öğretmen gruplarındaki tüm öğretmenlerin sayısı
s	öğretmen gruplarının sayısı
m	ders programında yer alacak sınıfların sayısı
d	ders programında yer alacak günlerin sayısı
h	ders programında yer alacak saatlerin sayısı
$coursgrps(v)$	v. öğretmen grubundaki öğretmene atanacak ders sayısı
R	Haftanın bir günü için bir öğretmenin verebileceği ders sayısı
$utility(ivkt)$	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin k. günde t. saatten elde edeceği fayda ya da memnuniyet

Karar Değişkenleri

Çalışılan ders çizelgeleme-atama modeli için karar değişkenleri aşağıda verilmiştir :

Y_{ivk}	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin k. günde verebileceği ders sayısı
	$Y_{ivk} > 0$
x_{ivjkt}	v. öğretmen grubundaki i. öğretmenin j. sınıfa k. günde ve t. saatte atanması
	$x_{ivjkt} \in \{0, 1\}$

Çok boyutlu çizelgeleme-atama problemi öncelikle zaman çizelgeleme problemi olarak çözülmekte ve modeli aşağıda verilmektedir:

$$Max.Z = \sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^s \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^d \sum_{t=1}^h utility(ivkt) * x_{ivjkt} \quad (1)$$

5.1.3. Kısıtların Oluşturulması

Eğitimde verimliliği arttırabilmek için yapılan ders çizelgelemesi okulların belli kısıtlarını ayarlayabilmelidir. Literatürde de belirtilen bu kısıtlar sıkı ve yumuşak kısıtlardır.

Sıkı kısıtlar; yöntem yol nasıl olursa olsun uyulması zorunlu olan kısıttır. Mesela bölümde önceden belirlenen bütün derslerin saatlerinin ataması yapılması gerekmektedir. Bu kısıt model için sıkı bir kısıttır.

Yumuşak kısıt ise; okulların veya kurumların özel isteklerine göre ayarlanabilir. Yani yumuşak kısıtlar ne kadar artarsa istekler de o kadar yerine getirilebilmiş olur. Böylelikle verimli ders programı hazırlanmış olur. Diğer taraftan, kısıt sayısı artarsa problemin boyutu da artacağı unutulmamalıdır. Yani kısıtlar gevşetilip amaç fonksiyonunda çözüm yeterliliğini sağlamak için kullanılabilir. Bu çalışmada Halit Ziya Ortaokulunun yapısı, sınıfları, öğretmenleri, müfredatı incelenerek ders çizelgeleme için gerekli kısıtlar oluşturulmuştur.

Ders kısıtları için çalışılan model için asıl amaç tüm sınıflara derslere uygun olan zaman dilimlerine atanmasını sağlayabilmektir. Çalışma aşamasında derslerle ilgili olan birçok kısıtlamada çıkabilir.

Kısıtlar :

$$\sum_{j \in M} \sum_{t \in K} x_{ivjkt} \leq y_{ivk} \quad \forall i \in N, \forall v \in S \wedge \forall k \in D \quad (2)$$

$$y_{ivk} \leq R \quad \forall i \in N, \forall v \in S \wedge \forall k \in D \quad (3)$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{k \in D} y_{ivk} \leq \text{coursgrps}(v) \quad \forall v \in S \quad (4)$$

$$\sum_{i \in N'} \sum_{v \in S'} \sum_{j \in M'} \sum_{k \in D'} \sum_{t \in K'} x_{ivjkt} = 0 \quad (5)$$

$$x_{ivjkt-1} - x_{ivjkt} + x_{ivjkt+1} \geq 0 \quad \forall i \in N, \forall v \in S, \forall j \in M, \forall k \in D \wedge \forall t \in K \quad (6)$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{j \in M} x_{ivjkt} \leq 1 \quad \forall v \in S, \forall k \in D \wedge \forall t \in K \quad (7)$$

$$\sum_{i \in N} \sum_{k \in D} \sum_{t \in K} x_{ivjkt} \leq 2 \quad \forall v \in S, \forall j \in M \quad (8)$$

$$\sum_{k \in D} x_{ivjkt} \leq 1 \quad \forall i \in N, \forall v \in S, \forall j \in M \wedge \forall t \in K \quad (9)$$

$$\forall x_{ivjkt} \in \{0,1\}, \forall y_{ivk} > 0 \quad \forall i \in N, \forall v \in S, \forall j \in M, \forall k \in D \wedge \forall t \in K \quad (10)$$

Daha sonra problem okul yönetiminin önceliklerine ve öğretmenlerin tercihlerine göre sınıf atama problemi olarak, öğretmen grupları arasında çakışma

olmayacak ve optimal sınıf ataması olacak şekilde çözdürülür ve alternatif çözümler bulunur.

Yukarıdaki kısıtlar için ;

- (1) nolu denklem amaç fonksiyonu okulda ders veren tüm öğretmenlerin mevcut derslere atanması durumunda " ders saatlerinden " elde edeceği toplam memnuniyeti ya da faydayı ifade etmektedir.
- (2) nolu kısıta göre bir öğretmene bir günde atanabilecek tüm sınıfların ders saati atama sayısı, bir öğretmen grubundaki öğretmenler için bir gündeki atama sayısını geçemez.
- (3) nolu kısıta göre haftanın bir günü için bir ders grubundaki öğretmenin bir günde verebileceği ders sayısı maksimum " R " ile belirlenen bir parametre kadardır.
- (4) nolu kısıta göre bir öğretmen grubundaki tüm atama sayısı, yine aynı öğretmen grubu için belirlenen ders sayısını geçemez.
- (5) nolu kısıta göre öğretmenlerin izinli olduğu günler için yapılan tüm atamalar " 0 " a eşitlenmiştir.
- (6) nolu kısıt bir günde tüm atamalardaki ardışıklık kısıtıdır.
- (7) nolu kısıta göre bir öğretmen grubu için bir güne ve bir saate, yalnızca bir öğretmen ve bir sınıf ataması yapılabilir.
- (8) nolu kısıta göre bir öğretmen grubu ve bir sınıf için, en fazla " 2 " ders saati ataması yapılabilir.
- (9) nolu kısıta göre bir ders saati ataması en fazla " 1 " gün için yapılabilir.
- (10) nolu kısıt tüm karar değişkenleri için pozitiflik kısıtıdır.

5.1.4. Amaç fonksiyonu

Ders çizelgeleme-atama problemlerinin çözümünde oluşturulan kısıtlarda benzer özellikler vardır. Böyle olsa bile çözüm için çeşitli modellerle çalışılmaktadır. Çünkü her okul veya kurum için farklı modellerle optimizasyon yapılması ihtiyacı doğmaktadır. Ders çizelgeleme-atama ile ilgili çalışmalara bakılırsa çok çeşitli ve farklı sayıda amaç fonksiyonları yapılmıştır. Ek olarak, çalışmaların çoğunda da çeşitli model kısıtları geliştirilmiştir.

Bu çalışmanın kısıtlar kısmı amaç fonksiyonu ile değerlendirilip çözdürülmüştür. Geliştirilen modeldeki amaç fonksiyonu ve kısıtlar ders atamalarını optimal yapabilecek şekilde oluşturulmuştur.

Daha sonra probleme okul yönetiminin önceliklerine ve öğretmenlerin tercihlerine göre ve ders atama problemi olarak, öğretmen grupları arasında çakışma olmayacak ve optimal sınıf ataması olacak şekilde alternatif çözümler bulunur.

Bir diğer matematiksel formülasyonda amaç fonksiyonu:

$$Max.Z = \sum_{i=1}^n \sum_{v=1}^s \sum_{j=1}^m \sum_{k=1}^d \sum_{t=1}^h utility(ivjkt) * x_{ivjkt}$$

şeklinde fayda parametresi her sınıf ve öğretmen için farklı şekilde ağırlıklandırılıp model yeniden kurgulanır ve çözdürülürse optimale yakın sonuçlar elde edilebilir.

Bunlar içerisinde maksimum faydayı veren çözüm optimal kabul edilir.

Denklemdaki amaç fonksiyonu okulda ders veren tüm öğretmenlerin sınıflara ve derslere atanması durumunda " atandığı sınıflardan ve ders saatlerinden " elde edeceği toplam memnuniyeti ya da faydayı ifade etmektedir .

Çalışılan amaç fonksiyonu yapısal olarak ekleme değiştirme gibi bazı şartlara uygundur. Fakat değişiklikler problem şeklini ve işleyişini değiştireceğinden pratik çözüme ulaşmayı zorlaştırabilir.

ALTINCI BÖLÜM

UYGULAMA

Bu çalışmada geliştirilmiş olan Tamsayılı Doğrusal Programlama modelinin bir örnek olay üzerinde CPLEX çözücüsü ile model çalıştırılıp kullanılabilir sonuçlara ulaşılmıştır. Daha sonra önerilen model farklı boyuttaki çözümle test edilip sonuçlar incelenmiştir. Son aşama olarak da çeşitli çözümler için, örnek programlar üzerinden gerekli değişiklikler yapılarak bu modelin farklı çözümler karşısındaki durumu değerlendirilmiştir.

6.1. Örnek Olay

Örnek olay olarak Halit Ziya Ortaokulu 2020-2021 yılları ders çizelgeleme-atama problemleri çalışılmıştır. Dersler, ders saatleri ve derslere atanacak öğretmenler idareciler tarafından önceden belirlenmiştir.

Aşağıda listelemede Halit Ziya Ortaokulunun 2020-2021 yıllarındaki haftalık dersleri, sınıfları, ders saatleri ve günleri verilmiştir. Derse giren öğretmenler de eklenmiştir.

Listeleme1.

ÖĞRETMENLER	DERSLER	SINIFLAR	DERS SAATLERİ	GÜNLER
Gökhan A.	beden eğitimi	5A	08:30	pazartesi
Mustafa Y.	beden eğitimi	5B	09:25	salı
Kerem T.	bilişim teknolojileri	5C	10:20	çarşamba
Gönül B.	din kültürü ve ahlak bil.	6A	11:15	perşembe
Elif M.	fen bilgisi	6B		Cuma
Gülnur S.	fen bilgisi	6C		
Nurtekin A.	fen bilgisi	7A	13:00	
Hülya K.	fen bilgisi	7B	13:50	
Duygu D.	Görsel sanatlar	7C	14:40	
Canan T.	Matematik	7D		
Cennet G.	Matematik	8A		
Aslı A.	Matematik	8B		
Yoldaş S.	Matematik	8C		
Banu P.	müzik			
Hasan K.	müdür			
Suzan B.	sosyal bilgiler			
Hakkı C.	sosyal bilgiler			

Ayfer D.	sosyal bilgiler
Nafiz Ö.	müdür yard.
Fatma T.	teknoloji tasarım
Sultan K.	türkçe
Naile Ö.	türkçe
Afife S.	türkçe
Suna D.	türkçe
Muradiye İ.	seçmeli dil
Dilek O.	ingilizce
Sadettin K.	ingilizce
Halime K.	ingilizce
Canan P.	seçmeli dil

*** 2020 -2021 eğitim öğretim yılında 2.dönem ders çizelgeleme-atama kısıtları**

Listelemel'e bakarsak bütün sınıflara toplam 27 adet atama yapılması gereken ders bulunduğu görülmektedir. Aynı görünen derslere farklı öğretmen girdiği için sayı olarak önemlidir. Aynı ders grupları biraraya toplanmıştır. Bu çalışmada hafta içi 5 gün 7 saat üzerinden haftalık çizelgelemedeki ders saatlerine atanması sağlanacaktır.

Listelemel de görüldüğü üzere 2 beden eğitimi, 4 fen bilgisi, 4 matematik, 3 sosyal bilgiler, 4 Türkçe, 3 İngilizce ve 1'er tane de kalan derslerden bulunmaktadır.

Okulda toplam 29 öğretmen bulunmaktadır. Müdür ve müdür yardımcısı genelde boş olması gerektiğinden atamaya dahil edilmemiştir. Verilmesi gereken ders ise boş bir saate kolayca yerleştirilebilir. Bu öğretmenlerden yarı zamanlı gibi başka okullarda derse girenler de bulunmaktadır. Onlara atama yapılmamış veya boş ders gibi değerlendirilmiştir.

Bütün dersler için ortalama bir öğretmen grubu en fazla 26 saat derse girmektedir. Okulda 13 sınıf kullanılmıştır. Bu sınıfları bir öğretmen grubuna toplam en fazla ($13 \times 2 = 26$ saat) olacak şekilde atama yapılabilir. Sınıflarda çakışma olursa atamalar 1. grup ve 3. gruba göre değiştirilebilir.

Fazla görünen öğretmenin dersi rehberlik veya öğretmenin alanını ilgilendiren başka bir seçmeli ders olabilir. 2'li atama sistemi olduğundan tekli olanlar elle atanmıştır. Çalışma sonucuna göre sınıfları elle atayıp boş saatlere kaydırma yapılmıştır. Optimalde program hazırlamak daha kolay olmuştur.

Yukarıdaki bilgi ve veriler incelenerek cplex çözücü ile kullanılan optimizasyon yazılımı örnek olarak çalıştırılmış ve uygulanabilir kullanılışlı sonuçlar elde edilmiştir.

Model örnek durum için kullanıldığında programlamanın zaman diliminde en iyi çözüme ulaşılabileceği görülmektedir.

6.2. Modellemeyi Farklı Şekilde Test Etmek

Bu çalışma aşamasında model 2 farklı ders çizelgeleme-atama için çalıştırılmış ve elde edilen sonuçlar üzerinde karşılaştırma yapılmıştır.

Hazırlanılan model 2 farklı durum için yeniden çalıştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar karşılaştırıldığında birinin daha kısa sürede çalıştığı ve çakışmanın daha az olduğu görülmüştür. Bunun için 1. ve 2. öğretmenler, 14.ve 15. öğretmenler, 21 ve 22. öğretmenler ve son olarak da 23. ve 24. öğretmenler için grupta yapılmış ve grupların toplam derse girme saatleri en fazla 26 saat olacak şekilde ayarlanmıştır.

Model kısıtları ve amaç fonksiyonu bu durumlar göze alınarak kurgulanmıştır. Bu çalışma için çözümler elde edilmiş ve sonuçlar Tablo 1. de verilmistir.

Tablo 1. Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları
1

	Kısıt Sayısı	Değişken Sayısı	Çözüm süresi	Amaç fonksiyonu	SONUÇ
SONUÇ	68563	26911	34,29	27,850	Optimal Çözüm

İncelendiğinde çalışılan modelde 34,29 saniyede ulaşılabilen en iyi çözümde amaç fonksiyonu değerinin 27,850 olduğu görülmektedir.

Bu çözümdeki ders çizelgeleme-atamalarının sonuçları EK-5’de sunulmaktadır.

Sunulan ders çizelgeleme-atama programlarında elle atama ile ihtiyaca göre müdür ve yardımcısına dersler verilmiştir. Yine ders saatine göre rehberlik dersleri elle eklenmiştir.

Bu aşamadan sonra program tekrar çalıştırılmıştır. Örnek durum için herhangi bir değişiklik yapılmadan model bulguları elde edilmiştir.

Elde edilen neticede ise ;

Tablo 2. Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları 2

	Kısıt Sayısı	Değişken Sayısı	Çözüm süresi	Amaç fonksiyonu	SONUÇ
SONUÇ	68563	26911	40,85	27,051	Alternatif Çözüm

Program çalışma süresi 40,85 sn içinde 93024 iterasyon sonucuyla örnek durum olarak alternatif çözüm amaç fonksiyon değeri 27,051 hesaplanmıştır.

Amaç fonksiyonu değeri en yüksek olan ders çizelgeleme-atama programı (27,850) bu uygulamada optimal kabul edilmiştir. Diğer ifadeyle, toplam ders çizelgeleme atama sonucu en yüksek olan fayda değeri bu uygulamada optimal kabul edilmiştir.

Optimal çözüm incelendiğinde, daha kısa sürede çözüm elde edilebilmiştir. Amaç fonksiyonu değerine göre de başarı sağlanmıştır. Diğer elde edilen çalışmada ise yaklaşık 40 saniye sürede amaç fonksiyonu 27,051 değeri olduğu görülmektedir.

Yapılacak ilerdeki uygulamalarda en yüksek toplam ders çizelgeleme ve atama fayda değeri en yüksek olan program optimal kabul edilir. Diğer bir çözüm önerisi olarak, utility yani fayda değerleri uzman kişilerce ağırlıklandırılıp yeni optimal planlar elde edilir.

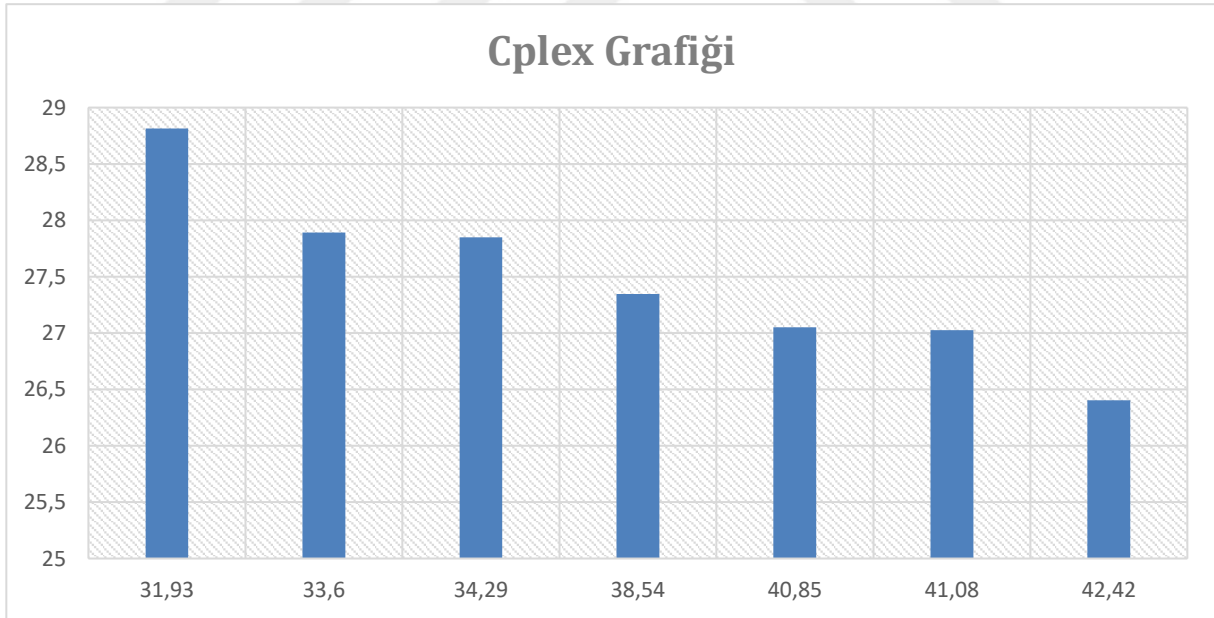
Bu ders çizelgeleme-atama modeli uygulama sonuçları EK-6' da verilmektedir.

Programı çalıştırdığımızda genellikle saniye arttığında amaç fonksiyonunu değerinin azaldığı görülmektedir. Programın çalışma süresine bağlı olarak amaç fonksiyonunun durumunu birkaç çalıştırdığımız uygulamayla grafikte göstereyim.

Tablo 3. Kısıt Sayısı, Değişken Sayısı, Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Sonuçları Toplamı

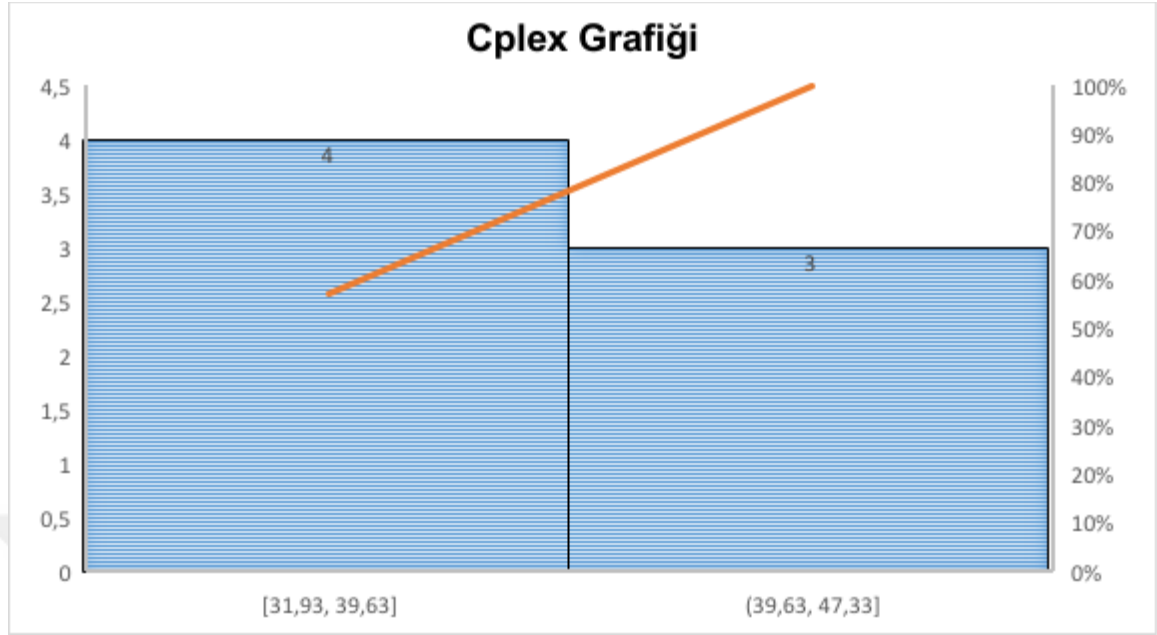
	Kısıt Sayısı	Değişken Sayısı	Çözüm süresi	Amaç Fonksiyonu	SONUÇ
SONUÇ	68563	26911	31,93	28,815	Çözüm 1
SONUÇ	68563	26911	33,60	27,893	Çözüm 2
SONUÇ	68563	26911	34,29	27,850	Çözüm 3
SONUÇ	68593	26911	38,54	27,346	Çözüm 4
SONUÇ	68563	26911	40,85	27,051	Çözüm 5
SONUÇ	68563	26911	41,08	27,025	Çözüm 6
SONUÇ	68563	26911	42,42	26,403	Çözüm 7

Tablo 4. Çalışmaların Çözüm Süresi, Amaç Fonksiyonu Grafiği



Şekilde görüldüğü üzere hesaplama süresi arttıkça amaç fonksiyon değerleri düşmektedir. Diğer ifadeyle toplam fayda azalmaktadır.

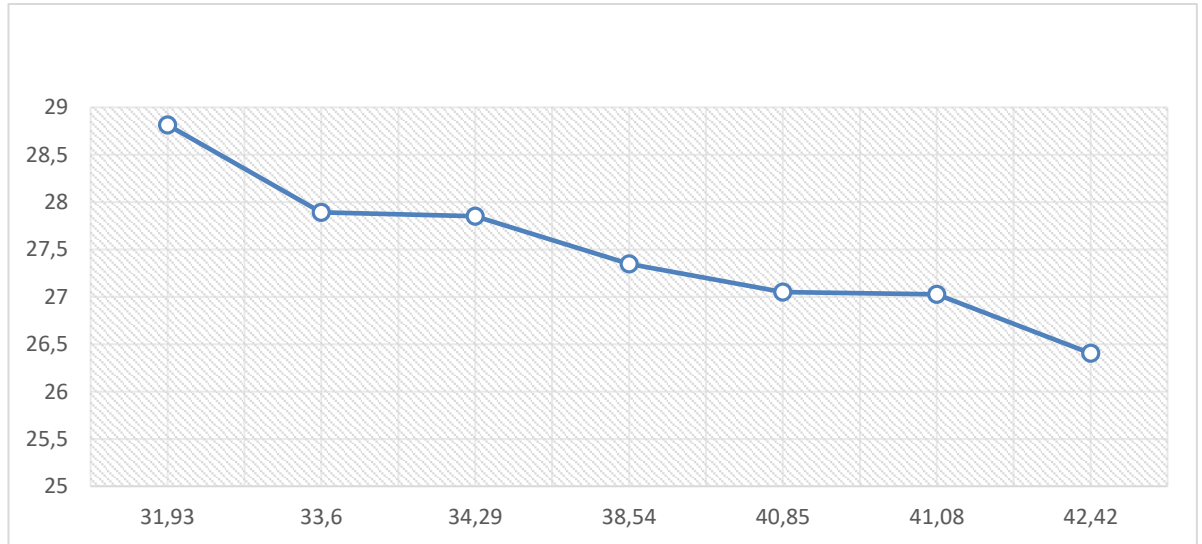
Tablo 5. Çalışmaların % Değer Grafiği



$\% \text{ Değer} = (\text{En Büyük Değer} - \text{En Küçük Değer}) / \text{En Küçük Değer} \times 100$ kadar fark vardır. % Değeri için aldığımız sonuçlar :

Amaç fonksiyonlar arası yaklaşık %9,13 ; hesaplama süreleri arasında ise yaklaşık %32,85 fark bulunmaktadır.

Tablo 6. Çalıştırılan Uygulamaların Zamanla Değişim Grafiği



Sonuç olarak model CPLEX ile çözülürse daha kısa hesaplama zamanlarında daha iyi çözümler bulunmaktadır.

6.3. Sonuçlar ve neriler

Bu çalışmada her dönem başında okulların karşılaştığı ve okulların yapısına göre farklılık gösterebilen ders çizelgeleme-atama problemi çalışılmıştır. Bu alışma, bir öğretmenin aynı saatte iki sınıfta olmaması gibi sert kısıtları gz önüne alarak ders, derslik, öğretmenler gibi faktörleri haftalık ders çizelgeleme içerisindeki uygun olan zaman dilimlerine atanmasını sağlayan bir çizelgeleme problemidir.

Bu tez çalışmasında çalışılan okul için hangi öğretmenle hangi dersin hangi gün hangi ders saatine atanması uygun olacağı belirlenmeye çalışılmıştır. Ortaokullar için genelde sınıflar sabittir.

Bu alışma doğrultusunda belirlenen kısıtlar çerçevesinde ders atamasını gerçekleştirebilecek tamsayılı programlama modeli kullanılmıştır. Böylelikle her dönemde idarecilerin büyük bir yükü incelemeye alınmıştır. Yoksa elle oluşturulması büyük zaman ve iş kaybına neden olmaktadır. Çalışmadaki 0-1 Tamsayılı Doğrusal Programlama Modelini czmek için CPLEX czcs kullanılmıştır.

İlk olarak örnek durumdaki verilerle problem czm yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Sonra da modelin çalışmasını test etmek için 2 farklı czm bulunmuştur. Yapılan kıyaslamalar sonucunda amaç fonksiyon değerinin en yüksek olduğu ders çizelgeleme-atama programı optimal kabul edildiğinden, çalışma yapılan program belli zaman dilimlerinde en iyi czmleri yapabilmektedir. Daha sonra da, modelin yeni bir kısıt gibi amaç fonksiyonunda nasıl çalışabileceğini gözlemleyerek amaç fonksiyonunda duruma göre nasıl czleceği tartışılmıştır.

Modelin çalıştırılıp sonuçları aldığında gerekli süre içerisinde uygulanabilir sonuçlara ve czmlere ulaşılmış ve çalışılan örnek durumun czmnde daha kısa ve amaç fonksiyon değerinin en yüksek olabildiği sonuçlara ulaşılmıştır. Sonuç olarak örnek durumdan daha kullanılışlı ders çizelgeleme-atama modeli oluşturulmuştur.

Önerilen modellerin czm sonuçları iki aşamalı ve manuel olarak, iki aşamalı ve ek kısıtlı olarak, iki aşamalı ve yeni amaç fonksiyonu tanımlı olarak yapılabilir.

Geliştirilen model yaşanılan hayatın temel kısıtlarını czmek için uygun srelerde kullanılabilecek czmler vermiştir. Çok farklı boyuttaki problemlerde czm elde edilmemesi durumlarında model uygun bir atama yapabilmek için değiştirilebilir.

Bu konudaki çalışmalarda önerilen modele farklı uygulamalarda kullanabilmek için yeni amaç fonksiyonları ve kısıtlar getirilebilmektedir. Öğretmenlerin ve öğrencilerin istekleri modelin uygulamasında kullanılabilmektedir. Sonuç olarak, önerilen model ve uygulama literatüre alternatif teşkil etmektedir.



KAYNAKLAR

- Abdullah, S., “Heuristic approaches for university timetabling problems”, PhD Thesis, Department of Computer Science, University of Nottingham, UK, 2006, s.10-14
- Abdullah, S., Hamdan, A.R., “A hybrid approach for university course timetabling”, IJCSNS(International Journal of Computer Science and Network Security), 2008 s.127-131.
- Adalet ÖNER, Deniz Harp Okulu’nda Çizelgeleme / Atama Problemleri ve Çözüm Yöntemleri, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2002
- Akın ÖZKAN, Üniversite Ders Çizelgeleme Probleminin Tamsayılı Doğrusal Programlama ve Sezgisel Yaklaşımlar ile Çözümü, Doktora Tezi, Ankara, 2019.
- Aladağ, Ç.H., Hocaoglu, G., Yeniay, Ö., “Tabu arama algoritmasında farklı hareket türlerinin birleştirilmesi”, 6. İstatistik Kongresi, Antalya, 2009, s. 516-523
- Al-Yakoob, S.M., Sherali, H.D., Mathematical Programming Models and Algorithms For A Class-Faculty Assignment Problem. European Journal of Operational Research, 2005, s.173, 488-507
- Al-Yakoob, S.M., Sherali, H.D., “Mathematical programming models and algorithms for a class-faculty assignment problem”, Sept. 3, European Journal of Operational Research, 2006, 488-507
- Al-Yakoob, S.M., Sherali, H.D., “A mixed-integer programming approach to a class timetabling problem: a case study with gender policies and traffic considerations”, Aug. 1, European Journal of Operational Research, 2007, s. 1028-1044
- Asmuni, H., Burke, E.K., Garibaldi, J.M., “Fuzzy multiple heuristic ordering for course timetabling”, Proceedings of the 5th United Kingdom Workshop on Computational Intelligence, London, UK., 2005, s.302-309
- Bakır, M.A., Aksop, C., “A 0-1 integer programming approach to a university timetabling problem”, Hacettepe Journal of Mathematics and Statistics, 2008, s. 41– 55
- Balık, H. H., Akbal, A., Barut, İ. O., Solakoğlu, L., “Grafik renklendirme algoritması kullanılarak otomatik ders programı geliştirme yazılımı”, Akademik Bilişim + BilgiTek Kongresi IV, Denizli, 2006, 12
- Benli, Ö.S., Botsalı, A.R., “An optimization-based decision support system for a university timetabling problem: An integrated constraint and binary integer programming approach”, Bilkent University Computers and Industrial Engineering, 2004, s. 4-6
- Boronico, J., “Quantitative modeling and technology driven departmental course scheduling”, The International Journal of Management Science, 2000, s.327-346
- Burke, E. K., MacCarthy, B., Petrovic, S., Qui, R., “Case-based reasoning in course timetabling: An attribute graph approach. Case-based reasoning research and development”, Jul- Aug, Proceedings of the 4th International Conference on CaseBased Reasoning, Vancouver, Canada, 2000, s.90-104

- Burke, E.K., McCollum, B., Meisels, A., Petrovic, S, Qu, R., “A graph-based hyperheuristic for educational timetabling problems”, Jan 1, European Journal of Operational Research, 2007, s.177-192
- Cambazard, H., Demazeau, F., Jussien, N., David, P., “Interactively solving school timetabling problems using extensions of constraint programming” Practice and Theory of Automated Timetabling V, 5th International Conference, Pittsburgh, PA, USA, 2005, s.190-207
- Cheng, E., Kruk, S., “A case study of an integer programming model for instructor assignments and scheduling problem”, Aug 28-31, Proceedings of the 3rd Multidisciplinary International Conference on Scheduling : Theory and Applications (MISTA), Paris, France, 2007, s. 267-275
- Dammak, A., Elloumi, A., Kamoun, H., “Lecture and tutorial timetabling at a Tunisian university”, PATAT, 2006, s. 384–390
- Daskalaki, S., Birbas, T., Housos, E., “An integer programming formulation for a case study in university timetabling”, European Journal of Operational Research, 2004, s. 117-135
- Daskalaki, S., Birbas, T., “Efficient solutions for a university timetabling problem through integer programming”, European Journal of Operational Research, 2005, s. 106-120
- Dinkel JJ, Mote J, Venkataramanan MA. “An efficient decision support system for academic course scheduling”, Operations research, 37(6), 853-864, 1989, s. 272
- D. Werra, An Introduction to Timetabling. European Journal of Operational Research, 1985, 19, 151-162
- Esra CAN , Çok amaçlı Ders Çizelgeleme Probleminin Çözümü için Metasegisel Yaklaşım Önerisi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi , 2019, s.2-.5
- Emel, G.G., Taşkın, Ç., “Genetik algoritmalar ve uygulama alanları”, Uludağ Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2002, 129-152
- Ekinci, Volkan, web sayfası: <http://www.scribd.com/doc/2527866/Uretim-Planlama-ve-Cizelgeleme>, 2012
- Gözde ÖZYANDI, Ders Çizelgeleme Probleminin 0-1 Tamsayı Programlama Tabanlı Uygulaması. Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, TR, 2010, s. 10, s.28-35
- Gunawan, A., Ng, K. M., Ong, H. L., “A genetic algorithm for the teacher assignment problem for a university in Indonesia”, Information and Management Sciences, 2008, s. 1-16
- Gunawan, A., Ng, K.M., Poh, K.L., “A hybrid algorithm for the university course timetabling problem”, PATAT, 2008, 19
- Altunay, H., Eren, T., “Ders programı çizelgeleme problemi için bir literatür taraması- A literature review for course scheduling problem”, Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2017, C. 23, s. 1, 55-70

- Hertz, A., Robert, V., “Constructing a course schedule by solving a series of assignment type problems”, European Journal of Operational Research, 1998, s. 585- 603
- Köçken, Hale Gonçe. Özdemir, Rümeysa, Ahlatcıoğlu, Mehmet. 2014, “Üniversite Ders Zaman Çizelgeleme Problemi İçin İkili Tamsayılı Bir Model Ve Bir Uygulama”, İstanbul Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi, C. 43, s. 1, 28-54.- 33
- Lai, L., Hsueh, N., Huang, L., Chen, T., “An artificial intelligence approach to course timetabling”, Proceedings of the 18th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligenc, Washington D.C., USA, 2006, s.389-396
- Legierski, W.,Widawski, R.,“System of automated timetabling”,25th Int. Conf. Information Technology Interfaces, Cavtat, Croatia, 2003, s.495-500
- Mahar,K.,“Automatic generation of university timetables: An evolutionary approach”, IADIS International Conference Applied Computing, 2006, s.570-574
- Mahdi, O.,Ainon,R.N.,Zainuddin,R.,“Using a genetic algorithm optimizer tool to generate good quality timetables”, Dec 14-17, Proceedings of the 10th IEEE 56 International Conference, Electronics, Circuits and Systems, Sharjah, United Arab Emirates, 2003 s.1300-1303
- Malim, M.R., Khader, A.T., Mustafa, A., “An immune-based approach to university course timetabling: Negative selection algorithm”, June 13-15, Proceedings of the 2 nd IMT-GT Regional Conference on Mathematics, Statistics and Applications, Universiti Sains Malaysia, Penang,2006, s.1-6
- Mayer, A., Nothegger, C.,Chwatal, A., Raid, G.R.,“Solving the post enrollment course timetabling problem by ant colony optimization”, PATAT, 2007, 7
- Murat Kalender, DERS ÇİZELGELEME PROGRAMI, TMMOB ELEKTRİK MÜHENDİSLERİ ODASI İSTANBUL ŞUBESİ 2006-2007 ÖĞRETİM YILI PROJE YARIŞMASI – s.2
- M. Fatih ACAR ve Mehmet ŞEVKLİ, “Sınav Çizelgelemesi İçin Matematiksel Model Yaklaşımı”, Verimlilik Dergisi, Ocak 2013, s.77
- Norberciak, M., 2006, “Universal method for timetable construction based on evolutionary approach”, Oct, Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, 2006, 15: 91-103
- Müller, T., “Some novel approaches to lecture timetabling”, CPDC, 2002, s.31-37
- Müller, T., Bartak, R., Rudova, H., “Iterative forward search: Combining local search with maintaining arc consistency and conflict based statistics”, Local Search Techniques in Constraint Satisfaction, 2004 s.1-16
- Onur ÖZTÜRK , Sınav Takvimi Atama / Çizelgeleme Problemlerine Yazılımsal Bir Çözüm Denemesi, Hitit Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi , Çorum, 2017, s.7
- Parthiban, P., Ganesh, K., Narayanan, S., Dhanalakshmi, R., “Preferences based decision-making model (pdm) for faculty course assignment problem”, Engineering Management Conference Proceedings, IEEE International, Singapore , 2004, s.1338-1341

- Pongcharoen, P., Promtet, W., Yenradee, P., Hicks, C., “Stochastic optimisation timetabling tool for university course scheduling”, April, International Journal of Production Economics, 2008, s.903-918
- Santiago-Mozos, R., Salcedo-Sanz, S., DePrado-Cumplido, M., Bousoño-Calzón, C., “A two-phase heuristic evolutionary algorithm for personalizing course timetables: A case study in a Spanish university”, Computers and Operations Research, 2005, s.1761-1776
- Sigl, B., Golub, M., Mornar, V., “Solving timetable scheduling problem using genetic algorithms” , Information Technology Interfaces, Proceedings of the 25th International Conference, Dubrovnik, Croatia, 2003, s.519–524
- Stützle, T. ve Dorigo, M., “The ant colony optimization metaheuristic: Algorithms, applications and advances”, Glover F., Kochenberger G., Handbook of Metaheuristics, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA., 2003, s.251-285
- Şahin, T., “Goal programming approach to solve the timetabling problem at Turkish military academy”, Master Thesis, Bilkent University Department of Management, Ankara, 2004, s. 1-13
- Todd, D. and P. Sen. (1997). “Multiple Criteria Scheduling Using Genetic Algorithms in a Shipyard Environment”. Proc. Ninth Int. Conf. Computer Applications in Shipbuilding, 1997, s.234-265.
- Orhan, İlkay. Kapanoğlu, Muzaffer, Karakoç, T. Hikmet., “Havayolu Operasyonlarında Planlama ve Çizelgeleme”, Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi, Denizli, 2010 C.16, s. 2, 181-191.
- Onur ÖZTÜRK, Sınav Takvimi Atama / Çizelgeleme Problemlerine Yazılımsal Bir Çözüm Denemesi Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi , Çorum, 2017, s.7
- Ukbe Üsâme UÇAR , Belirsizlik Altında Dinamik Ders Programı Çizelgeleme: Gerçek bir uygulama,Gazi Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2015
- Ülkü Burcu GÜREL, Sınav Çizelgeleme Probleminin Optimizasyonu, Maltepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2012, s.16
- Valouxis, C., Housos, E., “Constraint programming approach for school timetabling”, Computers and Operations Research, 2003 , s.30,1555-1572
- Volkan SAĞLAM, İnteraktif Zaman Planlaması: Dağ Komando Okulu Örneği, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Isparta, 2007, s.20
- Wang, Y.-Z., “An application of algorithm methods for teacher assignment problems”, Expert Systems with Applications, 2002, s. 295-302
- Wren, A. (1995). Scheduling, timetabling and rostering-a special relationship? Paper presented at the International Conference on the Practice and Theory of Automated Timetabling



EKLER

EK-1: Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Mod. Dosyası

/*****

* OPL 12.9.0.0 Model

* Author: DELL

* Creation Date: 10 Oca 2021 at 12:25:57

*****/

// parameters

int n=...; // number of lecturers

int m=...; // number of classes

int d=...; // number of days

int h=...; // number of hours

int R=...; // max. number of courses per day

int s=...; // number of lecturer groups

int gs=...; // max.number of lecturer per group

range class=1..m;

range days=1..d;

range hours=1..h;

range grps=1..s;

range lectrs=1..gs;

int coursgcps[grps]=...;

int utilty[1..s*gs*d*h] = ...;

int utilty2[i in lectrs, v in grps, k in days,t in hours] = utilty[t+h*(k-1)+d*h*(v-1)+d*h*gs*(i-1)];

```

execute {writeln(utility2); writeln(coursgrps);}

// variables

dvar float+ y[lectrs][grps][days];

dvar boolean x[lectrs][grps][class][days][0..8];

// öğretmenlerin gün ve saat atamalarından elde edeceği toplam memnuniyet ya da
fayda

maximize (sum(i in lectrs, v in grps, j in class, k in days, t in hours)
(utility2[i][v][k][t]*x[i][v][j][k][t]));

subject to

{ //haftanın günlerinde herbir öğretmenin toplam ders sayısı atama kısıtı:

forall(i in lectrs, v in grps, k in days)

{ sum(j in class, t in hours) x[i][v][j][k][t]==y[i][v][k];}

// haftanın bir gününde bir öğretmen grubu için verilebilecek maksimum ders sayısı
kısıtı:

forall(i in lectrs, v in grps, k in days)

{ y[i][v][k]<=R;}

// öğretmen gruplarının herbiri için o grubun öğretmenlerine atanabilecek ders sayısı
kısıtı:

forall(v in grps)

{ sum(i in lectrs, k in days) y[i][v][k]<=coursgrps[v];}

// öğretmenlerin boş günleri için atama yapılmamıştır.

// ardışıklık kısıtları :

forall(i in lectrs, v in grps, j in class, k in days, t in hours)

```

```

{ x[i][v][j][k][0]+x[2][2][j][k][t]+x[2][3][j][k][t]+x[2][4][j][k][t]+
x[2][5][j][k][t]+x[2][6][j][k][t]+x[2][7][j][k][t]+x[2][8][j][k][t]+
x[2][9][j][k][t]+x[2][10][j][k][t]+x[2][11][j][k][t]+x[2][12][j][k][t]+
x[2][13][j][k][t]+x[2][15][j][k][t]+x[2][16][j][k][t]+x[2][17][j][k][t]+
x[2][18][j][k][t]+x[2][19][j][k][t]+x[2][20][j][k][t]+x[2][22][j][k][t]+
x[i][v][j][k][8]==0;

```

```

x[1][5][j][3][t]+x[1][6][j][5][t]+x[1][7][j][4][t]+x[1][8][j][5][t]+
x[1][13][j][5][t]+x[1][14][j][2][t]+x[2][14][j][k][1]+x[2][14][j][k][2]+
x[2][14][j][k][3]+x[2][14][j][k][4]+x[1][15][j][1][t]+x[1][16][j][2][t]+
x[1][16][j][3][t]+x[1][17][j][5][t]+x[1][18][j][1][t]+x[1][19][j][2][t]+
x[1][20][j][5][t]+x[2][21][j][4][t]+x[1][22][j][1][t]+x[1][23][j][1][t]+
x[1][23][j][2][t]+x[1][23][j][3][t]+x[1][23][j][5][t]+x[2][23][j][1][t]+
x[2][23][j][2][t]+x[2][23][j][3][t]+x[2][23][j][4][t]==0;

```

```

x[i][v][j][k][t-1]-x[i][v][j][k][t]+x[i][v][j][k][t+1]>=0;}

```

// Bütün günler ve saatlerine en fazla bir öğretmen ve sınıf ataması yapılabilir.

```
forall (v in grps)
```

```
forall (k in days)
```

```
forall (t in hours)
```

```
{sum(i in lectrs, j in class) x[i][v][j][k][t]<=1;}
```

// Bütün gruplar ve sınıflar için maksimum ders ataması yapılabilir.

```
forall (v in grps)
```

```
forall (j in class)
```

```
{sum(i in lectrs, k in days, t in hours) (x[i][v][j][k][t])<=2;}
```

// Bütün öğretmenler, sınıflar ve saatler için en fazla 1 gün ataması yapılabilir.

```
forall (i in lectrs)
```

```
forall (v in grps)
```

```
forall (j in class)
```

```
forall (t in hours)
```

```
{sum(k in days) (x[i][v][j][k][t])<=1; } }
```

EK-2: Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Dat. Dosyası

/*****

* OPL 12.9.0.0 Data

* Author: DELL

* Creation Date: 10 Oca 2021 at 12:25:57

*****/

n=27;

m=13;

d=5;

h=7;

s=23;

R=7;

gs=2;

SheetConnection my_sheet("CizelgelemeAtama.xlsx");

utilty from SheetRead(my_sheet,"AtamaVerisi"!A2:A1611");

coursgrps from SheetRead(my_sheet,"AtamaVerisi"!B2:B24");

EK-3 : Optimal Çözümde Kullanılan Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Cplex Çözüm Sonuçları

```
// solution (optimal) with objective          27850
// Quality Incumbent solution:
// MILP objective                          2,7850000000e+04
// MILP solution norm |x| (Total, Max)      8,44000e+02  6,00000e+00
// MILP solution error (Ax=b) (Total, Max)  0,00000e+00  0,00000e+00
// MILP x bound error (Total, Max)         0,00000e+00  0,00000e+00
// MILP x integrality error (Total, Max)    0,00000e+00  0,00000e+00
// MILP slack bound error (Total, Max)     0,00000e+00  0,00000e+00
//
```

```
x = [[[[[0
      0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 1 1 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]]
     [[0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 1 1 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]]
     [[0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]
      [0 0 0 0 0 0 0 0]]
```

```
.....
.....
.....
```

EK-4 : Optimal Çözümde Kullanılan Ders Çizelgeleme-Atama Probleminin Çözümü İçin Hazırlanan Cplex İşlemci Günlüğü

CPXPARAM_ClockType 1
 CPXPARAM_TimeLimit 9000
 CPXPARAM_DetTimeLimit 9000
 Found incumbent of value 0,000000 after 0,00 sec. (1,07 ticks)
 Tried aggregator 2 times.
 MIP Presolve eliminated 55285 rows and 17096 columns.
 Aggregator did 2 substitutions.
 Reduced MIP has 13276 rows, 10042 columns, and 66650 nonzeros.
 Reduced MIP has 9932 binaries, 0 generals, 0 SOSs, and 0 indicators.
 Presolve time = 0,34 sec. (115,58 ticks)
 Probing time = 0,14 sec. (4,97 ticks)
 Tried aggregator 1 time.
 MIP Presolve eliminated 612 rows and 458 columns.
 Reduced MIP has 12664 rows, 9584 columns, and 63771 nonzeros.
 Reduced MIP has 9477 binaries, 107 generals, 0 SOSs, and 0 indicators.
 Presolve time = 0,09 sec. (56,71 ticks)
 Probing time = 0,09 sec. (4,44 ticks)
 Clique table members: 34829.
 MIP emphasis: balance optimality and feasibility.
 MIP search method: dynamic search.
 Parallel mode: deterministic, using up to 4 threads.
 Root relaxation solution time = 0,55 sec. (140,88 ticks)

Nodes			Cuts/		Best Bound	ItCnt	Gap	
Node	Left	Objective	Inf	Best Integer				
*	0+	0	1515,0000	479720,0000		---		
	0	0	28781,1667	361	1515,0000	28781,1667	6746	---
*	0+	0	26760,0000		28781,1667		7,55%	
*	0+	0	27442,0000		28781,1667		4,88%	
	0	0	28763,1667	360	27442,0000	Cuts: 120	7335	4,81%
	0	0	28762,1667	441	27442,0000	Cuts: 352	8082	4,81%
	0	0	28762,1667	520	27442,0000	Cuts: 320	8584	4,81%
*	0+	0	27509,0000		28762,1667		4,56%	
*	0+	0	27620,0000		28762,1667		4,14%	
	0	0	28762,1667	526	27620,0000	Cuts: 347	9308	4,13%
*	0+	0	27750,0000		28759,6667		3,64%	
*	0+	0	27836,0000		28645,3333		2,91%	
	0	2	28762,1667	526	27836,0000	28578,8333	9308	2,67%
Elapsed time = 32,92 sec. (2394,77 ticks, tree = 0,02 MB, solutions = 8)								
	24	22	28619,8667	542	27836,0000	28578,8333	11114	2,67%
	106	83	28439,5833	389	27836,0000	28578,8333	18576	2,67%
	212	159	28222,6667	145	27836,0000	28578,8333	21539	2,67%
	333	285	28389,5000	193	27836,0000	28578,8333	25532	2,67%
	465	406	27943,5000	38	27836,0000	28578,8333	29345	2,67%
	587	509	28252,3667	428	27836,0000	28578,8333	32659	2,67%
	721	605	28409,3667	356	27836,0000	28578,8333	37081	2,67%
	857	743	28101,0000	72	27836,0000	28578,8333	41336	2,67%
	1006	903	27854,6667	23	27836,0000	28578,8333	46376	2,67%

Implied bound cuts applied: 6

Zero-half cuts applied: 13
Lift and project cuts applied: 1
Gomory fractional cuts applied: 5

Root node processing (before b&c):
Real time = 32,81 sec. (2377,79 ticks)
Parallel b&c, 4 threads:
Real time = 59,13 sec. (4682,40 ticks)
Sync time (average) = 2,91 sec.
Wait time (average) = 0,00 sec.

Total (root+branch&cut) = 91,94 sec. (7060,18 ticks)



EK-5 : Optimal Çözüm Ders Çizelgeleme-Atama Programı

ÖĞRETMENLERİN DERS PROGRAMI 21.9.2021

EK-6 : Alternatif Çözüm Ders Çizelgeleme-Atama Programı

[illegible]

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı ve Soyadı : Mehmet TAŞKIRAN

Eğitim Durumu:

Lisans Öğrenimi : UŞAK ÜNİVERSİTESİ,
İlköğretim Matematik Öğretmenliği

Yüksek Lisans Öğrenimi : Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
İşletme Anabilim Dalı

Yabancı Dil(ler) : İngilizce

İş Deneyimi : İlköğretim Matematik Öğretmeni