

**ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA AMAÇLI BİR
KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI**

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA AMAÇLI BİR KARAR DESTEK
SİSTEMİ TASARIMI

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU
<https://orcid.org/0000-0003-3680-4476>

Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR
<https://orcid.org/0000-0001-8054-5606>
(Danışman)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2019

“orcid.org”

TEZ ONAYI

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU tarafından hazırlanan “ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR
<https://orcid.org/0000-0001-8054-5606>

Başkan: Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR
<https://orcid.org/0000-0001-8054-5606>
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Doç. Dr. Aytaç YILDIZ
<https://orcid.org/0000-0001-5522-4616>
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik
Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Üye : Dr. Öğretim Üyesi Mehmet AKANSEL
<https://orcid.org/0000-0002-4924-7587>
Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Hüseyin Aksel EREN
Enstitü Müdürü

.....

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

06/09/2019

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR

Öğrenci proje takımı oluşturma problemi, öğrencilerden ve öğrencilere danışmanlık yapacak öğretim elemanlarından, çeşitli kriterler dikkate alınarak takım oluşturulmasını amaçlayan çok kriterli bir problemdir. Bu problem yapısı gereği, sırasıyla, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının atandığı aşamalar olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Öğrenci atamalarının yapıldığı aşamada dikkate alınan kriterler; öğrencilerin proje tercihleri, takımdaki toplam öğrenci sayısı ve öğrencilerin niteliklerinden oluşmaktadır. Öğretim elemanı atamalarının yapıldığı aşamada ele alınan kriterler ise öğretim elemanlarının tercihleri, her bir takımdaki öğretim elemanı sayısı ve her bir öğretim elemanına atanan proje takımı sayısıdır. Bu çalışmada, öğrenci proje takımı oluşturma probleminin çözümü için temel ofis programları ortamında, esnek bir karar destek sistemi geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek sistemi ile problem veri setinin düzenlenebildiği, kullanıcıdan alınan bu veriler doğrultusunda öğrenci proje takımlarının oluşturulduğu ve elde edilen sonuçlara ilişkin özet raporların kullanıcıya sunulduğu bütünlük bir yapı oluşturulmuştur. Karar destek sisteminin karar mekanizması ise öğrenci proje takımı oluşturma problemin yapısına uygun şekilde, öğrenci ve öğretim elemanı atamaları olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Bu çalışmada kullanılan karar mekanizması Çavdur ve ark. (2019-a) çalışmasından temel alınarak geliştirilmiştir. Burada, iki aşama için iki tamsayılı programlama modeliyle öğrenci ve öğretim elemanı atamaları gerçekleştirilmekte ve proje takımları oluşturulmaktadır. Önerilen karar destek sistemi, Bursa Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü lisans bitirme tezi çalışmaları kapsamında yürütülen, öğrenci proje takımı oluşturma problemine uygulanmıştır. Uygulama aşamasında farklı kullanıcıların talepleri simüle edilerek, kullanıcıların farklı tercih kriterlerine göre sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlar literatürde yer alan ve Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Öğrenci proje takımı oluşturma, proje yönetimi, karar destek sistemleri, çok kriterli karar verme, tamsayılı programlama, matematiksel programlama

2019, vii + 57 sayfa

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN OF A DECISION SUPPORT SYSTEM FOR STUDENT PROJECT TEAM FORMATION

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Industrial Engineering

Supervisor: Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR

Student project team formation problem is a multi criteria decision making problem that aims at forming a team by considering various criteria from students and academic advisers who will advise the students. Due to its structure, respectively, this problem consist of two phases in which the students and academic advisers are assigned. The criteria taken into account in the phase of student assignments are; the project preferences of the students, number of students in the team and the qualifications of the students. Criteria considered in the process assigning academic advisers are the preferences of the academic advisers, the number of academic advisers in each team and the number of project teams assigned to each academic adviser. In this study, a flexible decision supports system has been developed in the setting of basic office programs to solve the problem of student project team formation. With the developed decision support system, an integrated structure has been formed using which problem data set can be edited, student project teams are formed in line with these data received from the user and summary reports on the results are presented to the users. The decision making mechanism of the decision support system consist of two phases, student and academic adviser assignments, in accordance with the structure of the student project team formation problem. The decision mechanism used in this study was developed by Cavdur et al. (2019-a). Here, with two different integer programming models, project teams are created with the assignment of students and academic advisers. The proposed decision support system has been applied to the problem of student project team formation within the scope of the undergraduate dissertation studies of the Industrial Engineering Department of Bursa Uludağ University. In the application stage, the demands of different users were simulated and results were obtained according to different preference criteria of the users. The results obtained were compared with the findings of Cavdur et al. (2019-a).

Keywords: Student project team formation, project management, decision support systems, multi criteria decision making, integer programming, mathematical programming.

2019, vii + 57 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilgi ve tecrübesi ile desteğini esirgemeyen bölüm hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmamda bilgi ve tecrübesiyle beni yönlendiren ve her zaman destek olan Sayın Hocam Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR'a teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tüm hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan sevgili ailem Gülseren ve Mustafa BAĞLARBAŞI'na ve sevgili eşim Emin MUTLU'ya teşekkürlerimi sunarım.

Merve BAĞLARBAŞI MUTLU
02/09/2019

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
KISALTMALAR DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	3
2.1. Yeteneli İşgücü Planlama.....	3
2.2. Eğitim Alanında Karar Destek Sistemleri.....	8
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	10
3.1. Materyal.....	10
3.1.1. Matematiksel Programlama.....	10
3.1.2. Karar Destek Sistemleri.....	15
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Matematiksel Programlama Formülasyonu.....	18
3.2.2. Karar Destek Sistemi Uygulaması.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	30
5. SONUÇ.....	44
KAYNAKLAR.....	46
EKLER.....	49
EK 1. Öğrenci Proje Takımı Oluşturma Programı Kullanıcı Kılavuzu.....	50
ÖZGEÇMİŞ.....	58

KISALTMALAR DİZİNİ

GANO	Genel Akademik Not Ortalaması
DP	Doğrusal Programlama
TP	Tamsayılı Programlama
HP	Hedef Programlama
VTYS	Veri Tabanı Yönetim Sistemi
DBMS	Database Management System
SQL	Structured Query Language

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Karar destek sistemi bileşenleri	16
Şekil 3.2. Karar destek sistemi kullanıcı arayüzü	29
Şekil 3.3. Kullanıcı arayüzü: Öğrenci ve öğretim elemanı atama sonuçları gösterimi...29	29
Şekil 4.1. Öğrenci atama modeli kriter seçimi	31
Şekil 4.2. Öğrenci atama modeli çalıştırılması	31
Şekil 4.3. Öğrenci atama modeli sonuç ekranı.....	34
Şekil 4.4. Öğretim elemanı atama modeli kriter seçimi.....	34
Şekil 4.5. Öğretim elemanı atama modeli çalıştırılması	35
Şekil 4.6. Öğretim elemanı atama modeli sonuç ekranı.....	36

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Öğrenci Proje tercih öncelik sıralaması	26
Çizelge 3.2. Öğrenci nitelikleri	27
Çizelge 3.3. Öğretim Elemanı Proje tercih öncelik sıralaması	28
Çizelge 4.1. Problem veri seti	30
Çizelge 4.2. Tercih kriterine göre öğrenci ve öğretim elemanı atama modeli sonuçları	39
Çizelge 4.3. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrenci sayısı kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve projedeki öğretim elemanı sayısı kriterine göre sonuçlar	40
Çizelge 4.4. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve öğretim elemanlarına atanan proje sayısı kriterine göre atama sonuçları	41
Çizelge 4.5. Öğrenci atamaları tercih, öğrenci sayısı ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterlerine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih, öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanlarına atanan proje sayısı kriterlerine göre atama sonuçları.....	43

1. GİRİŞ

Lisans programlarının son sınıflarında öğrenim gören öğrenciler, lisans bitirme tezi çalışmaları kapsamında, takım halinde proje çalışmaları gerçekleştirmekte ve öğretim elemanları da bu proje takımlarına akademik danışmanlık sağlamaktadır. Lisans bitirme tezi çalışmalarının ilk aşamasında, çeşitli sektörlerde bulunan ve gerçek hayat problemlerinden oluşan projeler öğrencilere duyurulmaktadır. Öğrenciler, yayınlanan bitirme projeleri konuları üzerinden tercih ettikleri projeleri öncelik sırasına göre liste oluşturmaktadır. Aynı şekilde, öğretim elemanları da yayınlanan projeler üzerinden tercih ettikleri projeleri öncelik sırasına göre listelemektedir. Hem öğrenciler hem de öğretim elemanlarının tercihleri ve projelerin çeşitli kriterleri dikkate alınarak homojen yapıda proje takımları oluşturulmaktadır. Bu proje çalışmaları sayesinde, öğrencilere çeşitli sektörlerdeki firmalarda bulunan gerçek hayat problemleri üzerinde uygulama yapma, iş dünyasına girmeden önce deneyim kazanma ve aynı zamanda takım çalışması tecrübesi edinme imkânı sunulmaktadır.

Öğrenci proje takımı oluşturma problemi, öğrenci atamaları ve öğrencilere danışmanlık yapacak öğretim elemanı atamaları olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Her iki aşamada da sırasıyla, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının çalışmak istedikleri projelere ilişkin tercihleri, takımdaki öğrenci/öğretim elemanı sayısı, proje gereklilikleri ve bunlara karşılık gelen öğrenci nitelikleri ve her bir öğretim elemanına atanan takım sayısı kriterleri dikkate alınarak atamalar gerçekleştirilmektedir.

Bu çalışmada, öğrenci proje takımı oluşturma problemleri için kullanıcıların kullanımını kolaylaştırmak amacıyla karar destek sistemi geliştirilmektedir. Karar destek sistemleri, mevcut verileri kullanarak herhangi bir konuda karar vermeyi kolaylaştıran sistemlerdir. Geliştirilen karar destek sistemi, kullanıcı tarafından güncellenebilen veri setlerine göre öğrenci ve öğretim elemanı atamalarının yapılmasını sağlayan tamsayılı programlama temelli karar mekanizması, kullanıcıların sonuçları görebilmesini sağlayan kullanıcı arayüzü ve karar mekanizması ile verinin etkileşimini sağlayan karar destek sistemi yapısı ve ağ bileşenlerinden oluşmaktadır.

Geliştirilen karar destek sistemi, aynı zamanda kullanıcıların taleplerine göre karar mekanizmasını çalıştırıp öğrenci ve öğretim elemanı atamalarının sonuçlarını elde edebilecek şekilde esnek bir yapıda oluşturulmuştur. Geliştirilen sistem, Bursa Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yürütülen lisans bitirme tezi çalışmaları kapsamında, öğrenci proje takımlarının oluşturulması amacıyla üç farklı yıla ait veri seti için uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, literatürde yer alan Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen atama sonuçları ile çeşitli performans parametreleri açısından karşılaştırılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Bu bölümde, geliştirilen çalışmada temel olarak ele alınan yetenekli iş gücü planlama ve eğitim alanında kullanılan karar destek sistemi çalışmaları sunulmuştur. Yetenekli iş gücü planlama ilgili alanda bulunan kişilerin gerekli niteliklere göre seçilmesi ve ihtiyacın optimum şekilde karşılanması için yapılan çalışmalardır. Yetenekli iş gücü planlama bölümünde öncelikle literatürde bulunan iş gücü analizi ve iş gücü çizelgeleme problemi çalışmaları konu alınmıştır. Daha sonra sağlık kurumlarında, sanayi sektöründe ve eğitim alanında yapılan öğrenci proje atama problemleri çalışmaları incelenmiştir. Karar destek sistemi çalışmaları ise kullanıcılara yardımcı olmak amacıyla veri, doküman, iletişim teknolojileri ve çeşitli modelleri kullanarak problemleri tanımlamayı, çözmeyi, karar verme sürecini otomatikleştirmeyi ve karar vermeyi sağlayan interaktif bilgisayar sistemlerinden oluşmaktadır (Tekin 1996). Eğitim alanında kullanılan karar destek sistemi çalışmaları kapsamında literatürde bulunan öğrencilerin yükseköğretim tercihleri, öğrencilerin yükseköğretim ders seçimleri ve öğretim elemanı çizelgeleme çalışmalarında kullanılan karar destek sistemleri sunulmuştur.

2.1. Yetenekli İşgücü Planlama

İş gücü planlaması, kurumların gelecekte ihtiyaç duyacağı personeller için gerekli olan nitelik ve niceliklerin önceden belirlenmesi ve belirlenen ihtiyaçların nasıl ve ne derecede karşılanabileceğinin tespit edilmesi faaliyetlerinin tümüdür (Mucuk 2013). Bir başka tanıma göre iş gücü planlaması, kurumun sahip olduğu kaynakların sistematik bir analize dayanarak gelecekteki iş gücü ihtiyaçlarının tahmini, gelecekteki veya mevcut iş gücünün etkin olarak kullanılmasına yönelik yapılan çalışmaların tümüdür (Sabuncuoğlu ve Tokol 2013). İş gücü planlaması süreçlerinde gerçekleştirilen en önemli faaliyetler, iş gücü gereksinimlerinin hem niteliksel hem de niceliksel yönden tahmin edilmesidir. Bunu sağlamak için iş gücü analizi kapsamında, iş analizi, iş tanımı, iş gereksinimlerinin hazırlanması, hareket etüdü ve iş ölçümlerinin yapılması gereklidir.

Dağdeviren ve ark. (2005) çalışmalarında iş yükünü, kompleks insan makine sistemlerinde çalışanların işlerini daha verimli ve etkin bir şekilde yapabilmeleri için

gerekli olan ekipmanın, eğitim seviyesinin, organizasyonel ve çevresel koşulların sağlanabilmesi için dikkate alınması gereken önemli bir kavram olarak tanımlamıştır. Bu çalışmalar kapsamında geliştirilen analitik ağ süreci modeli ile toplam iş yükü seviyesi belirlenirken zihinsel ve fiziksel faktörler başta olmak üzere çevresel ve çalışma koşullarından kaynaklanan faktörlerin de önemli derecede etkili olduğu saptanmıştır.

İşgücü çizelgeleme problemleri gerekli işgücü miktarının belirlendiği problemler, vardiya çizelgeleme, izin günü çizelgeleme, tur çizelgeleme, çalışanların görev veya vardiyalara atandığı problemler ve rotasyon çizelgeleme olarak sınıflandırılabilir. İşgücü çizelgeleme problemi farklı problem tiplerinin bir arada kullanımını gerektirebilmektedir. Literatürde bulunan bazı çalışmalarda işgücü çizelgeleme problemleri başlangıçta gerekli personel sayısının belirlenmesi ve sonrasında çalışanların vardiyalara atanması şeklinde olabilmektedir (Rong ve Grunow 2009, Maenhout ve Vanhoucke 2011). Bazı çalışmalarda ise önce vardiyaların başlangıç ve bitiş saatlerinin belirlenip, çalışanların vardiyalara atamalarının yapılabildiği bütünlük yaklaşım söz konusudur (Ertogral ve Bamuqabel 2008, Hojati ve Patil 2011).

Yetenekli iş gücü planlamasında hedef, doğru zamanda, yeterli sayıda ve doğru nitelikteki kişileri minimum maliyetle sağlamaktır. Çeşitli yöneylem araştırması teknikleri, yetenekli iş gücü planlaması ve eğitiminin modellenmesi için bu alana da uygulanmaktadır. Organizasyonların iş gücü planlaması, yetişmiş insan gücünün kendi iş sahasındaki mevcut ve yeni talepleri karşılamak için kullanması ve yetenekli iş gücü planlamasının organizasyonları için önemini ortaya koymaktadır (Wang 2005).

Li ve Li (2000) tarafından yapılan çalışma kapsamında bir sağlık kurumunda, yetenekli işgücü planlama problemleri için çok amaçlı tamsayı programlama formülasyonu sunulmaktadır. Tamsayı programlama formülasyonunda randevusu olan ve randevusu bulunmayan müşterilerin toplamından oluşan görev kategorisinin talebi yer almaktadır. Her görev öncelikle herhangi bir sınıf işçi tarafından gerçekleştirilmektedir. Ancak diğer işçiler tarafından da düşük verimlilikle gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışma

kapsamında, işçi esnekliğinin getiri ve maliyet dengesi hesaplanarak en uygun işgücü dağılımının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

Maier ve ark. (2018) çalışmalarında sağlık sektöründe bulunan yetenekli hemşire ve hekimlerin verimliliklerini arttırmak için iş gücü planlama modellerini karşılaştırmışlardır.

Feng ve Fan (2014) tarafından yapılan çalışmada üretim hatlarında dinamik çok yetenekli iş gücü planlaması için hibrit simülasyon yaklaşımı kullanılmıştır.

Literatürde yer alan öğrenci proje takımı oluşturma problemi çalışmaları incelendiğinde ise en temel ve basit yöntem olan rastgele atama yöntemi öne çıkmaktadır. Bacon ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin alfabetik olarak sıralanması, öğrencilere rastgele numara verilmesi veya öğrencilerin oturdukları yerlere göre atanması gibi çeşitli rastgele atama yöntemi uygulamaları sunulmaktadır. Bu şekilde rastgele atama yönteminin avantajı, ileri bir planlamaya ihtiyaç duyulmadan oldukça kolay ve adil bir şekilde atamaların yapılmasıdır. Öte yandan, takım üyelerinin fikirlerinin dikkate alınmaması ve niteliklerinin göz önünde bulundurulmaması ise dezavantaj oluşturmaktadır. Bir başka atama yöntemi ise öğretim elemanlarının puanları dikkate alarak takım oluşturmaya dayanmaktadır. Örneğin; yüksek-yüksek, düşük-düşük veya yüksek-düşük puanlı öğrencileri birbirleri ile eşleştirerek takım oluşturulmaktadır. Bu yöntemde ise öğrencilerin tercihlerinin dikkate alınmaması ve takımlar arası dengesizlik nedeniyle başarı sağlanmaması dezavantaj olarak düşünülebilir. Bu yöntemde sadece yüksek puanlı veya sadece düşük puanlı öğrencilerden oluşan takımlarda çoğunlukla motivasyon kayıpları yaşanabilmektedir (Blowers 2003). Bir diğer yöntem ise öğrencilerin kendi takımlarını kendilerinin belirlediği atama yöntemidir. Burada ileri bir planlama ihtiyacı duyulmadan öğrencilere seçim hakkı verildiğinden öğrencilerin motivasyonlarının arttığı gözlemlenmektedir. Öte yandan, istenen niteliklere sahip olmayan, iyi öğrencilerin kendi aralarında takım oluşturduğu ve adil olmayan dengesiz bir yapının ortaya çıktığı söylenebilir (Oakley ve ark. 2004). Nitelikler açısından homojen takımların oluşturulması ve bununla birlikte takımlar oluşturulurken öğrencilerin tercihlerinin de dikkate alınması motivasyon

açısından büyük önem arz etmektedir (Wesner ve ark. 2007). Delson (2001) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin kendi tercih ettikleri projelerde çalışmalarının motivasyonlarını arttırıcı ve başarıyı destekleyici unsurlardan biri olduğu vurgulanmaktadır. Şahin (2011) çalışmasında ise rastgele atama yönteminin, öğretim elemanları tarafından takımların belirlenmesi ve öğrencilerin kendi takımlarını belirlemesi olmak üzere farklı atama stratejilerinin sonuçları analiz edilmektedir. Farklı takım oluşturma stratejilerinin takımın etkinliğine olan etkisi ile ilgili yapılan detaylı kaynak araştırması için Borrego ve ark. (2013) tarafından sunulan çalışmalar incelenebilir.

Öğrenci proje takımı oluşturma problemleri için geliştirilen matematiksel programlama tabanlı yaklaşımlar incelendiğinde, bu alandaki ilk çalışmalardan biri olarak Proll (1972) tarafından yapılan çalışma öne çıkmaktadır. İlgili çalışmada, başarıyı arttırmak için öğrencilerin en çok tercih ettikleri projelere atanmasını sağlayan bir yapı sunulmaktadır. Anwar ve Bahaj (2003) ilk aşamada öğrenci takımlarının oluşturulduğu, ikinci aşamada ise öğrenci takımlarına projelerin atandığı tamsayılı programlama temelli bir yaklaşım geliştirmişlerdir. Cutshall ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, takım içi çeşitliliğin arttırılması ve öğrencilerin akademik performansında eşitliğin sağlanması amacıyla tamsayılı programlama temelli bir yaklaşım sunulmaktadır. Borges ve ark. (2009) tarafından yapılan çalışmada, öğrencilerin tercihleri dikkate alınarak takım içi çeşitliliğin ve takımlar arası homojenliğin arttırılması hedeflenen bir algoritma geliştirilmektedir. Yannibelli ve Amandi (2012) tarafından yapılan çalışmada, homojen takımların oluşturulması için bilgi tabanlı evrimsel bir algoritma geliştirilmektedir. Saraç ve Özçelik (2013) tarafından yapılan çalışmada ise takım içerisindeki öğrencilerin birbiri ile uyumlu olarak çalışması ve motivasyonlarının yüksek olması için takım üyelerini kendilerinin seçtiği öğrencilerden oluşması gerekliliği üzerinde durulmaktadır. Öğrenci ders takımlarının bu yöntemle belirlenmesi için bir tamsayılı matematiksel programlama modeli geliştirilmektedir. Fitzpatrick ve ark. (2001) tarafından yapılan çalışmada ise matematiksel programlama ve sezgisel tabanlı yaklaşım geliştirilerek, diğer çalışmalardaki uygulamalardan farklı olarak öğrencilerin içgüdüsel davranışlarını ve niteliklerini ölçmeye yarayan Kolbe indeksi parametresinden yararlanılmaktadır.

Dye (2001) tarafından sunulan tez çalışmasında ise öğrenci proje atama problemi, bir kararlı eşleştirme problemi olarak ele alınmış ve öğrencilerin takımlara atanması için kısıt programlama temelli çözüm yaklaşımı önerilmiştir. Abraham ve ark. (2007) tarafından yapılan çalışmada, kapasite kısıtları altında tercih kriteri dikkate alınarak kararlı eşleştirmenin bulunabilmesi amacıyla iki farklı algoritma geliştirilmiştir. Benzer şekilde, Manlove ve O'Malley (2008) tarafından sunulan çalışmada da kapasite kısıtları dikkate alınarak hem öğrenci hem de öğretim elemanlarının tercihleri ile atama yapan bir algoritma geliştirilmiştir. Iwama ve ark. (2012) tarafından yapılan çalışmada ise Manlove ve O'Malley (2008) tarafından geliştirilen algoritma, kısıtlara alt ve üst sınırlar verilerek genişletilmiştir. Bahargam ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada ise öğrencilerin nitelikleri dikkate alınarak kümeleme tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur.

Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından yapılan çalışmada öğrenci proje takımı oluşturma problemi için tercih kriterinin yanı sıra, proje kriterleri ile bunlara karşılık gelen öğrenci niteliklerinin ve kapasite kısıtlarının da birer hedef olarak ele alındığı hedef programlama temelli bir yaklaşım önerilmiştir. Çavdur ve ark. (2019-b) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise önceki çalışmada geliştirilen hedef programlama modelinin hedef ağırlıklarının belirlenmesi amacıyla AHP ve grup karar verme tabanlı bir yaklaşım sunulmuştur. Bağlarbaşı-Mutlu ve ark. (2018) ise bu hedef önceliklerinin belirlenmesi için farklı ortalama hesaplama yöntemleri kullanılarak elde edilen sonuçları karşılaştırmışlardır.

Öğrenci proje takımı oluşturma problemi, çok kriterli ve karmaşık yapıda bir problemdir. Bu nedenle öğrenci proje takımlarının oluşturulması sürecinde bilişim teknolojilerinin kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde ise proje takımı oluşturma süreci için uygulamaların oldukça az olduğu dikkat çekmektedir. Bu çalışmalara birkaç örnek vermek gerekirse, Cavanaugh ve ark. (2004) tarafından geliştirilen web tabanlı sistem ile Alberola ve ark. (2016) tarafından geliştirilen yapay zeka temel alınarak geliştirilen sistem gösterilebilir. Bu çalışmada ise öğrenci proje takımı oluşturma problemi için temel ofis yazılımı programları ortamında; (i) problem veri setlerinin düzenlenebildiği, (ii) takım oluşturma sürecinin kolaylıkla gerçekleştirilebildiği ve (iii) elde edilen sonuca ilişkin raporların kolaylıkla ve anlaşılır

bir şekilde görüntülenebildiği kişisel bilgisayarda çalışan bir karar destek sistemi geliştirilmektedir. Cavdur ve ark. (2019-a) çalışması temel alınarak geliştirilen öğrenci proje takımı oluşturma süreci iki aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada öğrenci, ikinci aşamada ise öğretim elemanı atamalarının yapıldığı tamsayılı programlama tabanlı bir yaklaşım kullanılmaktadır. Burada iki tamsayılı programlama modeliyle öğrencilerin ve öğretim elemanlarının, tercihleri dikkate alınarak birtakım kısıtlar altında proje takımlarına atanmaları sağlanmaktadır. Böylelikle, çok kriterli ve karmaşık bir yapıya sahip öğrenci proje takımı oluşturma süreci otomatikleştirilmektedir. Bu çalışmanın literatüre olan en büyük katkısının, öğrenci proje atama probleminin çözümü için bütünlük bir sistem sunulması olduğu söylenebilir.

2.2. Eğitim Alanında Karar Destek Sistemleri

Karar verme, karar vericinin/karar vericilerin mevcut tüm seçenekler arasından amaca/amaçlara en uygun bir veya birkaç seçeneği seçmesi olarak tanımlanmaktadır (Tekin 1996). Karar destek sistemi uygulamaları, sistemdeki parametrelerin alternatif çözümler üzerindeki etkilerinin analiz edilmesini ve raporlar halinde sunulmasını sağlamaktadır. Karar destek sistemi çalışmaları ise kullanıcılara yardımcı olmak amacıyla veri, doküman, iletişim teknolojileri ve çeşitli modelleri kullanarak problemleri tanımlamayı, çözmeyi, karar verme sürecini otomatikleştirmeyi ve karar vermeyi sağlayan interaktif bilgisayar sistemlerinden oluşmaktadır (Tekin 1996). Genel olarak bir karar destek sistemi; (i) kullanıcı arayüzü, (ii) veri tabanı, (iii) karar mekanizması ve (iv) karar mekanizması ile verinin etkileşimini sağlayan karar destek sistemi yapısı ve ağ olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır (Sprague Jr ve Carlson 1982, Power ve Sharda 2009).

Karar verme analizi ile ilgili ilk çalışmalar 1950'lerin sonu ve 1960'ların başında Carnegie Institute of Technology tarafından yapılmıştır. MIT (Massachusetts Technology Institute) 1960 yılında bilgisayar tabanlı karar verme teoresini kullanmaya başlamıştır (Winston 1987). 1980'lerde karar destek sistemi için yoğun ilgiden dolayı, Organizasyonel Karar destek Sistemi (Organizational Decision Support Systems – ODSS), Grup Karar Destek Sistemi (Group Decision Support Systems – GDSS) ve

Yönetim Bilgi Sistemi (Executive Information Systems – EIS) dahil olmak üzere çeşitli Karar Destek Sistemi (Decision Support System – DSS) başlıkları ortaya çıkmıştır (Gökşen ve Kılıç 2011).

Literatürde eğitim alanında yapılan karar destek sistemleri incelendiğinde ise Chanwijit ve ark. (2016) tarafından yapılan çalışmada, yükseköğretim için öğrencilerin hangi fakülte ve bölümü istedikleri konusunda yardımcı olabilecek web tabanlı bir uygulama geliştirilmiştir.

Yükseköğretim kurumlarında öğrenci çalışmalarını kendi tercihlerine göre seçebilmesi için örnek bir karar destek sistemi Kostoglou ve ark. (2014) tarafından sunulmuştur. Bu çalışma yardımıyla öğrencilerin mesleki beklentilerine uygun seçimler yapabilmeleri amaçlanmıştır. Sudarma ve ark. (2015) tarafından ise yükseköğretim kurumlarında ders seçimi için karar destek sistemi geliştirilmiştir. Bu karar destek sistemi, aday öğrenciler için akademik niteliklerine uygun dersler öneren web tabanlı uygulama olarak sunulmuştur. Madyatmadja ve Oktavia (2016) tarafından yapılan çalışmada, karar destek sistemleri, Endonezya'daki yükseköğretim kurumlarında okuyan öğrencilerin çalışma programının yoğunluğunu belirleme sürecine uygun modeller üretmiştir. Bu model, özellikle ileri dönemlerde öğrencilere, niteliklerine ve ilgi alanlarına göre uygun bir çalışma programı belirlenmesi konusunda yardımcı olmuştur.

Doshi ve Trivedi (2013) tarafından yapılan çalışmada ise akademisyenlerin çizelgelemesi konusunda yaşanan zaman kayıplarının önlenmesi ve imalat dışı alanlarda da uygulanabileceğini göstermek için altı sigma metodolojisi kullanılmıştır.

Bu çalışmada ise, öğrencilerin yükseköğretimlerini tamamlamaları, tercihlerine ve niteliklerine uygun proje çalışmaları yürütebilmeleri için en uygun projenin atandığı karar destek sistemi tasarlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Matematiksel Programlama

Matematiksel programlar, yöneylem araştırması ve yönetim biliminde en yaygın kullanılan modeller arasında yer almaktadır. Çoğu durumda, uygulamaları o kadar başarılı olmuştur ki literatürde matematiksel programlama modellerinin formüle edilmesi ve inşası ya da böyle bir modelin ne zaman uygulanabilir olduğuna karar verme sorunlarına nispeten az dikkat edilmesi oldukça şaşırtıcıdır (Williams 2013).

Matematiksel her bir model, daha iyi kararlar almak veya sadece fiili durumu daha iyi anlamak için kullanılabilecek gerçek bir durumun matematiksel bir temsilidir (Winston 2003).

Matematiksel modellerin ve lineer cebirin temelini matrisler ve vektörler oluşturmaktadır. Bir matris, herhangi bir dikdörtgen sayı dizisidir. Örneğin, A tanımlı bir matriste " m " satır ve " n " sütun var ise, A matrisi " $m \times n$ "'lik matristir. A matrisinin i . satırı ve j . sütunu ij . elemanı " a_{ij} " olarak adlandırılmaktadır (Winston 2003).

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \cdots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Tek bir sütuna sahip herhangi bir matris (yani, herhangi bir $m \times 1$ matrisi) bir sütun vektörü olarak düşünülebilir. Bir sütun vektöründeki satır sayısı sütun vektörünün boyutudur. Benzer şekilde, herhangi bir vektörü yalnızca bir satırla (satır vektörü olarak $1 \times n$ matris) düşünülebilir. Bir satır vektörünün boyutu, vektördeki sütun sayısıdır.

$$A = [a_{11} \dots a_{1n}] \quad (3.2)$$

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} \\ \vdots \\ b_{m1} \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

1947'de George Dantzig, Birleşik Amerika'da ortaya çıkan lojistik problemlerini incelemek için DP probleminin tanımlanması gereğini ortaya çıkartmış ve bu tip DP problemlerinin çözümü için Simpleks Algoritması adı verilen bir çözüm sistemi ortaya atmaktadır. İki değişkenli DP modelleri grafik yöntemi ile çözülebilmektedir. Ne yazık ki, gerçek hayattaki DP modellerinin çoğu ikiden fazla değişkene sahip olmaktadır. Bu nedenle, ikiden fazla değişkene sahip olan modellerde Simpleks Algoritması kullanılmaktadır (Winston 2003).

Simpleks Algoritması, bir DP modelini çözmek üzere geliştirilmiş, optimum çözümü iteratif olarak bulan matematiksel bir yöntemdir. Probleme ait matematiksel model kurulduktan sonra, ilk adımda model standart DP modeli şekline getirilmektedir. Standart bir DP modelinde eşitsizlikler eşitlik şekline dönüştürülmektedir. Denklem 3.6'da gösterildiği gibi DP modelinde bulunan eşitsizliğin yönü \leq ise eşitsizliğin sol tarafına bir dolgu değişkeni eklenmektedir.

$$x_1 + 3x_2 \leq 4 \Rightarrow x_1 + 3x_2 + s_1 = 4 \quad (3.6)$$

Denklem 3.6'da gösterilen eşitsizlik ile eşitlik aynı anlamdadır. Eşitliğe eklenen $s_1 \geq 0$ artı bir değer olarak dolgu değişkeni adını almaktadır. Eşitsizliğin yönü \geq ise Denklem 3.7'de gösterildiği gibi DP modelinde bulunan eşitsizliğin sol tarafından artık değişken çıkarılmaktadır.

$$x_1 + 3x_2 \geq 4 \Rightarrow x_1 + 3x_2 - e_1 = 4 \quad (3.7)$$

Denklem 3.7'de gösterilen eşitsizlik ile eşitlik aynı anlamdadır. Eşitliğe eklenen e_1 , $e_1 \geq 0$ eşitliğin aşılma miktarı için eklenerek artık değişken adını almaktadır.

İkinci adım, standart formdan uygun bir temel çözüm elde etmektir. İlk uygun çözüm, başlangıç çözümü, karar değişkenleri sıfıra eşitlenerek elde edilmektedir. Başlangıç çözüm tablosu oluşturularak ilk iterasyon ile uygun bir temel çözüm elde edilmektedir. Ardından, elde edilen uygun çözümün optimum olup olmadığı kontrol edilmektedir.

Eğer elde edilen uygun çözüm optimum çözüm değil ise ikinci iterasyon yapılmaktadır. Optimum çözüm bulana kadar iterasyonlar ilerletilmektedir.

Tüm değişkenlerin tamsayı olduğu problemler tamsayılı programlama (TP) modelleri olarak karşımıza çıkmaktadır. TP modeli, değişkenlerin tamsayılı değerlere sahip olması gerektiğini ifade eden ek kısıtlar ($\forall i$ için $x_i = \text{tamsayı}$) içeren DP modelidir. Yalnızca bazı değişkenlerin tamsayılı değerlere sahip olması gerekiyorsa bu model, karışık tamsayılı programlama modeli olarak tanımlanmaktadır (Hillier ve Lieberman 2005).

Tüm değişkenlerin 0 veya 1'e eşit olması gerektiğini ifade eden ($\forall i$ için $x_i = 0$ veya 1) TP modeli ise 0-1 TP modeli olarak adlandırılmaktadır. TP modellerinin DP gevşetmesi kavramı TP modellerinin çözümünde önemli rol oynamaktadır. Karar değişkenleri için bulunan tamsayı veya 0-1 olma gerekliliğini ifade eden kısıtları dikkate almayarak elde edilen DP, TP modelinin DP gevşetmesi olarak adlandırılmaktadır. Bu nedenle DP gevşetmesi TP modelinin daha az kısıtlı veya gevşetilmiş versiyonudur. Bunun anlamı, herhangi bir TP modeli için uygun bölge, ilgili DP gevşetmesi için elde edilen bölgede bulunması gerektiğini belirtmektedir. Amaç fonksiyonu maksimizasyon olan problemlerde;

$$\text{DP gevşetmesinin optimum } Z \text{ değeri} \geq \text{TP modelinin optimum } Z \text{ değeri} \quad (3.8)$$

Eğer TP modelinin DP gevşetmesi çözüldüğünde tüm değişkenlerin tamsayı olduğu çözüm elde edilirse, DP gevşetmesinin çözümü aynı zamanda TP modelinin çözümüdür.

TP modellerinin çözümü için kullanılan yöntemlerin başında, Dal Sınır Algoritması ve Kesme Düzlemi Yöntemi yer almaktadır. Dal Sınır Algoritması TP modelinin alt problemlerin uygun bölgelerine noktaları verimli bir şekilde sıralayarak en uygun çözümü bulmayı amaçlamaktadır. Dal Sınır Algoritması TP modelinin DP gevşetmesi çözümü elde edilerek başlamaktadır. Elde edilen uygun çözümün tüm karar değişkenleri tamsayı değerler ise elde edilen çözüm TP modelinin optimum çözümüdür. Elde edilen çözüm kesirli değerler içeriyorsa herhangi bir kesirli kısıt rastgele seçilerek,

alt ve üst değerleri alt problem olacak şekilde kısıtlar eklenip iterasyon ilerletilmektedir. Tüm değişkenlerin tamsayı olduğu çözüm elde edilene kadar iterasyonlar ilerletilmektedir. Kesme Düzlemi Yöntemi de TP modelinin DP gevşetmesi çözümü elde edilerek başlamaktadır. Kesme Düzlemi Yöntemi uygulamak için DP gevşetmesinin temel değişkenlerinden kesirli olan herhangi bir kısıtlama rastgele seçilmektedir. Bir sonraki aşamada tamsayı katsayıya sahip olan terimleri sol tarafa kesirli olan terimleri sağ tarafta olacak şekilde denklem düzenlenmektedir. Kesme Düzlemi Yöntemine göre sağ tarafta bulunan kesirli katsayıya sahip terimler yeni bir kısıt olarak modele eklenmektedir. Eklenen ilgili kısıt bir kesme olarak adlandırılmaktadır. Tüm değişkenlerin tamsayı olduğu bir çözüm elde edilirse, TP modelinin optimum çözümü elde edilmektedir. Elde edilen çözüm kesirli terimler içeriyorsa başka bir kesme oluşturularak iterasyonlar tüm değişkenler tamsayı olan çözüm elde edilene kadar ilerletilmektedir (Winston 2003).

Bazı durumlarda ise bir karar verici birden fazla hedefle karşı karşıya kalabilir ve bir DP modelinin uygun bölgesinde tüm hedefleri sağlamak mümkün olmayabilir. Hedef programlama (HP), bu gibi durumlarda kullanılacak bir tekniktir (Winston 2003). HP'nin temel yaklaşımı, hedeflerin her biri için belirli bir sayısal hedef belirlemek, her hedef için bir fonksiyon formüle etmek ve daha sonra bu hedef değerden sapmaları en aza indiren bir çözüm aramaktır. Üç olası hedef türü vardır:

- Alt sınır, tek taraflı bir hedef, düşmek istemediğimiz alt sınırı belirler.
- Üst sınır, tek taraflı bir hedef, aşmak istemediğimiz bir üst sınırı belirler.
- İki taraflı bir hedef, her iki taraftan da belirli sınırlar içinde kalınması gereken hedefi belirler.

HP modelleri, hedeflerin önemle nasıl karşılaştırıldığına göre ağırlıklı ve öncelikli HP olmak üzere iki sınıfta sınıflandırılmaktadır. Ağırlıklı HP modelinde tüm hedefler kabaca karşılaştırılabilir bir öneme sahiptir ve önem derecelerine göre hedeflere ağırlık değerleri verilebilmektedir. Öncelikli HP modelinde ise hedefler arasında doğrudan sayısal bir değere göre karşılaştırma yapılamamakta, hedefler arasında bir öncelik hiyerarşisi bulunmaktadır (Hillier ve Lieberman 2005).

3.1.2. Karar Destek Sistemleri

Karar verme, karar vericinin/karar vericilerin mevcut tüm seçenekler arasından amaca/amaçlara en uygun bir veya birkaç seçeneği bulması olarak tanımlanmaktadır (Tekin 1996). Karar destek sistemleri ise kullanıcıların karar ve seçim faaliyetlerine yardımcı olan bilgisayar tabanlı sistemleri içermektedir. Bu sistemler, veri depolama, veri alma, kullanıcıların sorunlarını çözme, en uygun kararları alma, verileri modelleme gibi birçok alanda yardımcı olmayı amaçlayan etkili yazılım tabanlı sistemlerdir. Karar destek sistemi uygulamaları, sistemdeki parametrelerin alternatif çözümler üzerindeki etkilerinin analiz edilmesini ve raporlar halinde sunulmasını sağlamaktadır. Karar destek sistemi çalışmaları, kullanıcılara yardımcı olmak amacıyla veri, doküman, iletişim teknolojileri ve çeşitli modelleri kullanarak problemleri tanımlamayı, çözmeyi, karar verme sürecini otomatikleştirmeyi ve karar vermeyi sağlayan interaktif bilgisayar sistemlerinden oluşmaktadır (Tekin 1996). Genel olarak bir karar destek sistemi Şekil 3.1’de de görüldüğü gibi; (i) kullanıcı arayüzü, (ii) veri tabanı, (iii) karar mekanizması ve (iv) karar mekanizması ile verinin etkileşimini sağlayan karar destek sistemi yapısı ve ağ olmak üzere dört ana bileşenden oluşmaktadır (Sprague Jr ve Carlson 1982, Power ve Sharda 2009).

- Veri Tabanı: İç ve dış kaynaklardan gelen her türlü bilgilerden oluşan veri kümesidir.
- Karar Mekanizması: Karar destek sisteminin arka planında çalışan problem çözme yaklaşımlarında oluşmaktadır.
- Kullanıcı Arayüzü: Son kullanıcı için görselleştirilmiş sunum araçlarından oluşan bütünleşik bir yapıyı ifade etmektedir.
- Karar Destek Sistemi Yapısı ve Ağ: Kullanıcı arayüzü ile veri tabanı ve karar mekanizması arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.



Şekil 3.1. Karar destek sistemi bileşenleri

Veri Tabanı Tasarımı

Veri Tabanı Yönetim Sistemi (VTYS) (Database Management System – DBMS), elektronik ortamdaki verilerin toplanması ve yönetilmesinden sorumlu olan programlara verilen isimdir. VTYS, elektronik ortamdaki verilerin işlenmesinden (yani veri tabanından) sorumlu olan programlara verilen isimdir.

Veri tabanı yönetim sistemleri;

- Veri tabanındaki tabloların oluşturulması,
- Tablolara kayıt eklenmesi, silinmesi, güncellenmesi,
- Belirtilen koşullara göre verilerin sorgulanması ve raporlanması,
- Verilere erişim izinlerinin belirlenmesi,
- Verilerin yedeklenmesi,
- Verilere yetkisiz kişilerin erişimlerinin engellenmesi,
- Verilerin analizlerinin gerçekleştirilmesi gibi görevleri yerine getirmektedirler.

En yaygın kullanılan veri tabanı yönetim sistemleri arasında Microsoft SQL (Structured Query Language – SQL) Server, Microsoft Access, Oracle ve MySQL gibi örnekler bulunmaktadır. Bu tez çalışmasının VTYS, öğrencilerin proje tercih verileri, öğrencilerin nitelikleri, öğretim elemanlarının proje tercih verileri ve yeni öğrenci/proje/öğretim elemanı eklenmesi/çıkarılması işlemlerinden oluşmaktadır. Söz

konusu veri miktarının profesyonel bir veri tabanı yönetim sistemi gerektirmeyecek kadar az olması nedeniyle, bir elektronik tablola programı ortamında (Microsoft Excel) yönetilmesi planlanmaktadır.

Karar Mekanizması

Karar mekanizması, karar destek sistemlerinin temelini oluşturmaktadır ve veri tabanındaki verileri işleyerek yeni/anlamlı bilgiler üretilmesini sağlamaktadır. Veri tabanındaki hangi kuralların yardıma çağırılacağını ya da kullanılacağını belirlemektedir. Karar mekanizması veri tabanındaki bilgileri işleyerek yeni bilgi üretilmesini sağlamaktadır. Sistemin akıl yürütme mekanizması olan çıkarım mekanizması, uygun bir çözüm bulmak üzere problem uzayında arama yapmaktadır. Karar mekanizmalarındaki yaklaşımlar incelendiğinde dört ana yöntem/kategori görülmektedir. Bunlar; karar ağaçları, yapay sinir ağları, istatistiksel ve kural tabanlı yöntemlerden oluşmaktadır (Çelik 2006). Bu çalışma kapsamında, karar mekanizmasının altyapısını oluşturmak için Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından geliştirilmiş olan hedef programlama modeli temel alınmaktadır.

Kullanıcı Arayüzü Tasarımı

Kullanıcı, karar destek sistemini yöneten kişi/kişilerden oluşmaktadır. Kullanıcı, tasarlanan bir arayüz yardımıyla karar destek sistemini tercihlerine göre yönlendirmektedir ve karar problemi üzerinde karar verici pozisyonundadır. Ele alınan problemin gerekçeleri doğrultusunda karar destek sistemini kullanarak sonuç raporlarından veya sonuç tabloları analizlerinden hareketle, alternatif çözümler içerisinden en iyiyi bulmaya çalışmaktadır. Bütün bu süreçlerde kullanıcı ile sistem arasındaki etkileşim geliştirilen kullanıcı arayüzü yardımı aracılığıyla sağlanmaktadır. Özetle, öğrenci ve öğretim elemanlarının verilerinin kolayca girilebileceği bir arayüz ile sistemin kullanılabilirliği ve anlaşılabilirliği arttırılmaktadır. Bu tez çalışması kapsamında kullanıcı arayüzü de Microsoft Excel elektronik tablola ortamında çeşitli form yapıları kullanılarak tasarlanmaktadır.

Karar Destek Sistemi Yapısı ve Ağ

Karar destek sistemi yapısı ve ağ bileşeni, donanımın nasıl organize edildiğini, sistemde yazılım ve verilerin nasıl dağıldığını ve karar destek sistemi bileşenlerinin nasıl entegre edildiğini ve fiziksel olarak nasıl bağlandığını belirtmektedir. Bu çalışmada oluşturulan karar destek sisteminde kullanıcı arayüzünde kullanıcının taleplerine göre giriş yaptığı kriterlere göre veri tabanındaki verileri kullanarak karar mekanizması sayesinde sonuçları elde etmeyi ve elde ettiği sonuçları yine kullanıcı arayüzü yardımıyla kullanıcıya sunmayı hedeflemektedir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Matematiksel Programlama Formülasyonu

Matematiksel programlama yaklaşımı, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının çeşitli kriterlere göre atamaları olmak üzere temel iki ana kısımdan oluşmaktadır.

Öğrencilerin çeşitli kriterlere göre atamalarının yapılmasında kullanılan karar mekanizmasının ilk aşaması aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

İndisler:

i : Öğrenci indisi, $i = 1, \dots, I_G$

j : Proje indisi, $j = 1, \dots, J$

Parametreler:

$p_{ij}^{(s)}$: i . öğrencinin j . projeyi tercih etme sırası

g_i : i . öğrencinin genel akademik not ortalaması (GANO) değeri

l_i : i . öğrencinin yabancı dil puanı

q_i^1 : $\begin{cases} 1, & i. öğrencinin bilgisayar programlama bilgisi var ise \\ 0, & aksi durumda \end{cases}$

q_i^2 : $\begin{cases} 1, & i. öğrencinin genel ofis yazılımları bilgisi var ise \\ 0, & aksi durumda \end{cases}$

q_i^3 :	$\begin{cases} 1, & i. \text{ öğrencinin veri tabanı yönetimi bilgisi var ise} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
N_S :	bir takımda olması gereken öğrenci sayısı
$N_{S-min}(N_{S-max})$:	bir takımda olması gereken öğrenci sayısı alt (üst) limiti
G_T :	bir takımda olması gereken ortalama GANO değeri
$G_{T-min}(G_{T-max})$:	bir takımda olması gereken ortalama GANO değeri alt (üst) limiti
L_T :	bir takımda olması gereken ortalama yabancı dil puanı değeri
L_{T-min} :	bir takımda olması gereken ortalama yabancı dil puanı alt limiti
w_1 :	$\begin{cases} 1, & 1. \text{ aşamada tercih kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
w_2 :	$\begin{cases} 1, & 1. \text{ aşamada projedeki öğrenci sayısı kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
w_3 :	$\begin{cases} 1, & 1. \text{ aşamada öğrenci nitelikleri kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
I_S :	modelde kullanılan veri setinde yer alan öğrenci sayısı
J :	modelde kullanılan veri setinde yer alan proje sayısı

Değişkenler:

$x_{ij}^{(s)}$:	$\begin{cases} 1, & i. \text{ öğrenci } j. \text{ projeye atanıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
$d_i^{\pm 1}$:	ilgili kritere (1) ait sapma değişkenleri, $i = 1, \dots, I_S$
$d_j^{\pm 2}, \dots, d_j^{\pm 7}$:	ilgili kriterlere (2, ..., 7) ait sapma değişkenleri, $j = 1, \dots, J$

Amaç 1:

$$Z_1 = \sum_{i=1}^{I_S} (d_i^{+1} + d_i^{-1}) \quad (3.9)$$

Amaç 2:

$$Z_2 = \sum_{j=1}^J (d_j^{+2} + d_j^{-2}) \quad (3.10)$$

Amaç 3:

$$\begin{aligned}
 Z_3 = & \sum_{j=1}^J (d_j^{+3} + d_j^{-3}) + \sum_{j=1}^J (d_j^{+4} + d_j^{-4}) + \sum_{j=1}^J (d_j^{+5} + d_j^{-5}) \\
 & + \sum_{j=1}^J (d_j^{+6} + d_j^{-6}) + \sum_{j=1}^J (d_j^{+7} + d_j^{-7})
 \end{aligned} \tag{3.11}$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = w_1 Z_1 + w_2 Z_2 + w_3 Z_3 \tag{3.12}$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J p_{ij}^{(s)} x_{ij}^{(s)} + d_i^{-1} - d_i^{+1} = 1, \quad \forall i \tag{3.13}$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ij}^{(s)} = 1, \quad \forall i \tag{3.14}$$

$$\sum_{i=1}^{I_s} x_{ij}^{(s)} + d_j^{-2} - d_j^{+2} = N_s, \quad \forall j \tag{3.15}$$

$$N_{s-\min} \leq \sum_{i=1}^{I_s} x_{ij}^{(s)}, \quad \forall j \tag{3.16}$$

$$\sum_{i=1}^{I_s} x_{ij}^{(s)} \leq N_{s-\max}, \quad \forall j \tag{3.17}$$

$$\sum_{i=1}^{I_s} g_i x_{ij}^{(s)} - \sum_{i=1}^{I_s} G_T x_{ij}^{(s)} + d_j^{-3} - d_j^{+3} = 0, \quad \forall j \tag{3.18}$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} G_{T-\min} x_{ij}^{(s)} \leq \sum_{i=1}^{I_S} g_i x_{ij}^{(s)}, \quad \forall j \quad (3.19)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} g_i x_{ij}^{(s)} \leq \sum_{i=1}^{I_S} G_{T-\max} x_{ij}^{(s)}, \quad \forall j \quad (3.20)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} l_i x_{ij}^{(s)} - \sum_{i=1}^{I_S} L_T x_{ij}^{(s)} + d_j^{-4} - d_j^{+4} = 0, \quad \forall j \quad (3.21)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} L_{T-\min} x_{ij}^{(s)} \leq \sum_{i=1}^{I_S} l_i x_{ij}^{(s)}, \quad \forall j \quad (3.22)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} q_i^1 x_{ij}^{(s)} + d_j^{-5} - d_j^{+5} = 1, \quad \forall j \quad (3.23)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} q_i^2 x_{ij}^{(s)} + d_j^{-6} - d_j^{+6} = 1, \quad \forall j \quad (3.24)$$

$$\sum_{i=1}^{I_S} q_i^3 x_{ij}^{(s)} + d_j^{-7} - d_j^{+7} = 1, \quad \forall j \quad (3.25)$$

$$x_{ij}^{(s)} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \quad (3.26)$$

$$d_i^{\pm 1} \geq 0, \quad \forall i \quad (3.27)$$

$$d_j^{\pm 2}, \dots, d_j^{\pm 7} \geq 0, \quad \forall j \quad (3.28)$$

Amaç fonksiyonu üç alt bileşenden oluşmaktadır ve her biri ile ilgili hedeften sapmaların minimizasyonu sağlanmaktadır. Denklem 3.9 ile gösterilen birinci bileşen,

tercih hedefinden sapmaları içermektedir. Denklem 3.10 ile verilen ikinci bileşen ile takımdaki öğrenci sayısı için belirtilen hedeften sapmalar ifade edilmektedir. Denklem 3.11 ile sunulan üçüncü bileşen ise sırasıyla; GANO, yabancı dil bilgisi, bilgisayar programlama bilgisi, genel ofis yazılımları bilgisi ve veri tabanı yönetimi bilgisi olmak üzere beş ayrı proje kriterinden sapmaları içermektedir. Denklem 3.12 ile öğrenci atamalarının yapıldığı tamsayı programlama modelinin amaç fonksiyonu verilmiştir. Burada kullanıcı talebine göre üç alt bileşenden hangisinin/hangilerinin dikkate alınacağı belirlenmekte ve ilgili hedeflerden minimum sapma ile öğrenciler projelere atanmaktadır. Denklem 3.13 ile her bir öğrencinin ilk sırada tercih ettiği projeye atanması hedeflenmektedir. Denklem 3.14 ile her bir öğrenci mutlaka bir adet projeye atanmaktadır. Denklem 3.15 ile her takımda istenen sayıda öğrenci olması hedeflenirken, Denklem 3.16 ve Denklem 3.17 ile her takımdaki toplam öğrenci sayısının belirlenen alt ve üst limit değerlerinin arasında olması sağlanmaktadır. Denklem 3.18 ile her takımın ortalama GANO değerinin sınıfın ortalama GANO değerine eşit olması hedeflenirken, Denklem 3.19 ve Denklem 3.20 ile bu değer belirlenen alt ve üst değerlerin arasında olması sağlanmaktadır. Denklem 3.21 ile her takımın ortalama yabancı dil bilgisinin belirli bir değere eşit olması hedeflenirken, Denklem 3.22 ile takımın ortalama yabancı dil puanının belirlenen değer altına inmemesi sağlanmaktadır. Denklem 3.23, Denklem 3.24 ve Denklem 3.25 ile her takımda en az bir kişinin sırasıyla bilgisayar programlama bilgisine, genel ofis yazılımları bilgisine ve veri tabanı yönetimi bilgisine sahip olması hedeflenmektedir. Denklem 3.26, Denklem 3.27 ve Denklem 3.28 ise genel işaret kısıtlarını ifade etmektedir.

Öğrenci atamaları yapıldıktan sonra oluşturulan takımlara çalışma süresince danışmanlık yapacak öğretim elemanı atamaları da benzer şekilde yapılmaktadır. Öğretim elemanlarının çeşitli kriterlere göre atamalarının yapılmasında kullanılan karar mekanizmasının ikinci aşaması ise aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır.

İndisler:

i : Öğretim elemanı indisi, $i = 1, \dots, I_A$

j : Proje indisi, $j = 1, \dots, J$

Parametreler:

$p_{ij}^{(a)}$:	i . öğretim elemanının j . projeyi tercih etme sırası
N_A :	bir takıma atanması gereken öğretim elemanı sayısı
$N_{A-min}(N_{A-max})$:	bir takıma atanması gereken toplam öğretim elemanı sayısı alt (üst) limiti
N_T :	bir öğretim elemanına atanması gereken toplam takım sayısı
$N_{T-min}(N_{T-max})$:	bir öğretim elemanına atanması gereken toplam takım sayısı alt (üst) limiti
w_1 :	$\begin{cases} 1, & 2. \text{ aşamada tercih kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
w_2 :	$\begin{cases} 1, & \text{projedeki öğretim elemanı sayısı kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
w_3 :	$\begin{cases} 1, & \text{öğretim elemanına atanan takım sayısı kriteri dikkate alınıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
I_A :	modelde kullanılan veri setinde yer alan öğretim elemanı sayısı
J :	modelde kullanılan veri setinde yer alan proje sayısı

Değişkenler:

$x_{ij}^{(a)}$:	$\begin{cases} 1, & i. \text{ öğretim elemanı } j. \text{ projeye atanıyorsa} \\ 0, & \text{aksi durumda} \end{cases}$
$d_i^{\pm 1}, d_i^{\pm 3}$:	ilgili kritere (1,3) ait sapma değişkenleri, $i = 1, \dots, I_A$
$d_j^{\pm 2}$:	ilgili kritere (2) ait sapma değişkeni, $j = 1, \dots, J$

Amaç 1:

$$Z_1 = \sum_i^{I_A} (d_i^{+1} + d_i^{-1}) \quad (3.29)$$

Amaç 2:

$$Z_2 = \sum_j^J (d_j^{+2} + d_j^{-2}) \quad (3.30)$$

Amaç 3:

$$Z_3 = \sum_i^{I_A} (d_i^{+3} + d_i^{-3}) \quad (3.31)$$

Amaç fonksiyonu:

$$\text{Min } Z = w_1 Z_1 + w_2 Z_2 + w_3 Z_3 \quad (3.32)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{j=1}^J p_{ij}^{(a)} x_{ij}^{(a)} + d_i^{-1} - d_i^{+1} = 1, \quad \forall i \quad (3.33)$$

$$\sum_{i=1}^{I_A} x_{ij}^{(a)} + d_j^{-2} - d_j^{+2} = N_A, \quad \forall j \quad (3.34)$$

$$N_{A-\min} \leq \sum_{i=1}^{I_A} x_{ij}^{(a)}, \quad \forall j \quad (3.35)$$

$$\sum_{i=1}^{I_A} x_{ij}^{(a)} \leq N_{A-\max}, \quad \forall j \quad (3.36)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ij}^{(a)} + d_i^{-3} - d_i^{+3} = N_T, \quad \forall i \quad (3.37)$$

$$N_{T-\min} \leq \sum_{j=1}^J x_{ij}^{(a)}, \quad \forall i \quad (3.38)$$

$$\sum_{j=1}^J x_{ij}^{(a)} \leq N_{T-\max}, \quad \forall i \quad (3.39)$$

$$x_{ij}^{(a)} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \quad (3.40)$$

$$d_i^{\bar{1}}, d_i^{\bar{3}} \geq 0, \quad \forall i \quad (3.41)$$

$$d_j^{\bar{2}} \geq 0, \quad \forall j \quad (3.42)$$

Amaç fonksiyonu üç alt bileşenden oluşmaktadır ve her biri ile ilgili hedeften sapmaların minimizasyonu sağlanmaktadır. Denklem 3.29 ile gösterilen birinci bileşen, tercih hedefinden sapmaları içermektedir. Denklem 3.30 ile verilen ikinci bileşen ile takımdaki öğretim elemanı sayısı için belirtilen hedeften sapmalar ifade edilmektedir. Denklem 3.31 ile sunulan üçüncü bileşen ise öğretim elemanlarının danışmanlık yaptığı takım sayısı için belirtilen hedeften sapmalar ifade edilmektedir. Denklem 3.32 ile öğretim elemanı atamalarının yapıldığı tamsayılı programlama modelinin amaç fonksiyonu verilmiştir. Burada kullanıcı talebine göre üç alt bileşenden hangisinin/hangilerinin dikkate alınacağı belirlenmekte ve ilgili hedeflerden minimum sapma ile öğretim elemanları projelere atanmaktadır. Denklem 3.33 ile her bir öğretim elemanının ilk sırada tercih ettiği projeye atanması hedeflenmektedir. Denklem 3.34 ile her takıma atanan toplam öğretim elemanı sayısının belirli bir değere eşit olması hedeflenirken, Denklem 3.35 ve Denklem 3.36 ile bu sayının belirlenen alt ve üst değerleri aşmaması sağlanmaktadır. Denklem 3.37 ile her öğretim elemanına atanan toplam takım sayısının belirli bir değere eşit olması hedeflenirken Denklem 3.38 ve Denklem 3.39 ile bu sayının belirlenen alt ve üst limit değerlerinin arasında olması sağlanmaktadır. Denklem 3.40, Denklem 3.41 ve Denklem 3.42 ise genel işaret kısıtlarını ifade etmektedir.

3.2.2. Karar Destek Sistemi Uygulaması

Öğrenci proje atama problemleri ile ilgili geliştirilen bu çalışmada esnek bir yapıya sahip karar destek sistemi tasarlanmıştır. Karar destek sistemi temel olarak veri tabanı, karar mekanizması, kullanıcı arayüzü ve karar destek sistemi ağ yapısı olmak üzere dört ana bölümden oluşmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan veri tabanı, üç kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda, öğrenci proje tercihlerini içeren yapı bulunmaktadır ve Çizelge 3.1’de bu yapının örnek bir bölümü verilmektedir. Satırlar öğrencilerden, sütunlar ise projelerden oluşmakta ve çizelgedeki her bir değer ilgili öğrencinin ilgili projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiğini göstermektedir.

Çizelge 3.1. Öğrenci Proje tercih öncelik sıralaması

Proje Öğrenci	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3	6	6	6	6	6	5	6	2	6	6	6	4	6	1	6
2	3	6	6	6	6	6	5	6	2	6	6	6	4	6	1	6
3	2	6	6	6	1	6	6	6	6	6	6	6	5	6	6	6
4	5	1	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
5	6	1	6	6	5	6	6	6	6	6	6	4	6	6	6	6
6	5	2	5	5	5	5	5	1	5	5	5	5	4	5	5	5
7	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4
8	4	3	5	6	2	6	1	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9	4	6	6	6	6	6	6	1	3	6	6	6	5	6	2	6
10	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	5	5
11	5	2	5	1	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
12	6	6	6	1	2	6	6	3	6	6	6	4	5	6	6	6
13	6	6	6	5	2	6	6	3	6	6	6	1	4	6	6	6
14	6	6	6	5	2	6	6	3	6	6	6	1	4	6	6	6
15	6	6	6	1	2	6	6	3	6	6	6	4	5	6	6	6
16	6	6	6	6	1	6	3	6	6	6	6	2	5	6	6	6
17	6	6	6	6	1	6	3	6	6	6	6	5	2	6	6	6
18	6	6	6	6	1	6	2	6	6	6	6	3	4	6	6	6
19	6	6	6	6	4	2	6	6	6	5	6	6	6	6	1	6

İkinci kısım ise Çizelge 3.2’de belli bir bölümü örnek gösterilen öğrenci niteliklerinden oluşmaktadır. Sırasıyla öğrencilerin GANO değerleri, yabancı dil puanı bilgisi, bilgisayar programlama, genel ofis yazılımları ve veri tabanı yönetimi bilgilerinden oluşmaktadır. Satırlar öğrencileri, sütunlar nitelikleri ifade etmekte ve her bir eleman ise öğrenci niteliğinin değerini göstermektedir.

Çizelge 3.2. Öğrenci nitelikleri

Nitelikler Öğrenci	GANO	Yab. Dil Puanı	Bilg. Prog.	Genel Ofis Yaz.	Veri Tabanı Yön.
1	3	3	0	1	0
2	2,7	4	0	1	0
3	1,9	4	0	1	0
4	3	4	0	1	0
5	2,9	3,5	0	1	0
6	2,2	4	0	1	0
7	2	3	0	1	0
8	2,7	3	0	1	1
9	2,7	4	0	1	0
10	2,5	2,5	1	1	0
11	2	4	1	1	0
12	2,7	4	0	0	0
13	2,2	2,5	1	1	0
14	2,1	3,5	0	1	0
15	2	4	1	1	0
16	3,1	4	0	1	1
17	2,4	4	1	1	1
18	2,2	3,5	0	1	1
19	2,5	4	1	1	0
20	2,2	4	1	1	1
21	3,1	4	1	1	0

Üçüncü kısımda ise Çizelge 3.3’de görüldüğü gibi öğretim elemanlarının proje tercihleri yer almaktadır. Her bir satır öğretim elemanını, her bir sütun ise projeleri belirtmekte ve çizelgedeki değerler ise ilgili öğretim elemanının ilgili projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiğini göstermektedir.

Karar mekanizması, kullanıcının tercihlerine göre öğrenci ve öğretim elemanı atamalarını gerçekleştirmektedir. Bu çalışmada karar mekanizması esnek bir yapıya sahiptir. Kullanıcı tercihine göre öğrencilerin ve öğretim elemanlarının hangi kriterlere göre projelere atamalarının gerçekleştirilmesini istiyorsa, arka planda matematiksel modeller ilgili tercihe göre çalışmaktadır.

Kullanıcı arayüzü, öncelikle kullanıcıların tercihlerinin girişlerini yapabilmesi ve ardından elde edilen sonuçları kolaylıkla görüntülenmesi için kullanılmaktadır.

Çizelge 3.3. Öğretim Elemanı Proje tercih öncelik sıralaması

Proje Öğr. El.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	3	1	9	4	10	11	11	11	5	11	6	11	7	8	11	11
3	11	9	7	11	10	11	6	11	11	11	11	11	8	11	3	11	4
4	2	3	1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
5	6	11	8	7	11	11	11	11	1	10	11	11	5	2	3	11	4
6	8	8	8	8	8	8	5	8	2	1	3	8	8	8	8	8	7
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	8	8	8	1	8	2	3	8	8	4	8	8	8	8	8	8
9	11	11	11	10	5	11	1	9	11	11	11	11	11	11	8	11	4
10	6	11	11	11	9	5	11	10	11	11	11	11	11	1	2	11	3
11	11	4	5	11	6	11	7	11	11	11	11	11	11	10	9	11	11

Kullanıcı tercih ettiği kriterlerin girişlerini Şekil 3.2’de mavi ile işaretlenen alandan yapmaktadır. (1) numaralı alan kullanıcının öğrenci atama bölümü için kriterleri seçmesi gereken bölümdür. Öğrenci atama bölümü; öğrenci tercihleri, projede bulunan öğrenci sayısı ve öğrenci nitelikleri kriterlerinden oluşmaktadır. Kullanıcı öğrenci atama modeli için bu alanda bulunan üç kriterden hangisine/hangilerine göre atama yapmak isterse onu/onları seçmelidir. (2) numaralı alan ise kullanıcının öğretim elemanı atama bölümü için kriterleri seçmesi gereken bölümdür. Öğretim elemanı atama bölümü; öğretim elemanlarının tercihleri, her projede bulunan toplam öğretim elemanı sayısı ve her öğretim elemanına atanan toplam takım sayısı kriterlerinden oluşmaktadır. Kullanıcı öğretim elemanı atama modeli için bu alanda bulunan üç kriterden hangisine/hangilerine göre atama yapmak isterse onu/onları seçmelidir. (3) numaralı alanda görüldüğü gibi kullanıcı, öğrenci atama modeli için tercihlerini yaptıktan sonra “Öğrenci Atama” butonuna tıklamaktadır. Ardından ilgili karar mekanizması devreye girmektedir. (4) numaralı alanda görüldüğü gibi kullanıcı, öğretim elemanı atama modeli için tercihlerini yaptıktan sonra “Öğretim Elemanı Atama” butonuna tıklamaktadır. Ardından ilgili karar mekanizması devreye girmektedir. (5) numaralı alanda kullanıcı, arayüzde bulunan verileri silmek istediğinde “Yenile” butonuna tıklamaktadır. Ardından ilgili karar mekanizması devreye girmektedir. (6) numaralı alanda ise kullanıcı, veri tabanında bulunan verilerden öğrenci proje tercih öncelikleri, öğrenci nitelikleri ve öğretim

elemanlarının proje tercih öncelikleri verilerinden hangisini güncellemek isterse ilgili verinin “Güncelle SP, Güncelle SQ ve Güncelle AP” butonuna tıklamaktadır. Ardından ilgili karar mekanizması devreye girmektedir.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları

Hedef	Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yon. Bil.
Öğrenci Değerleri	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları

Hedef	Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğretim El.
Öğretim Elemanı	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GAN	Yaba	Bilgi:	Excel	Access

Şekil 3.2. Karar destek sistemi kullanıcı arayüzü

Karar destek sistemi yapısı ve ağ yardımıyla kullanıcı tercihleri ve veri tabanında bulunan bilgilere göre arka planda karar mekanizması çalışmakta ve elde edilen sonuçlar kullanıcı arayüzü aracılığıyla kullanıcıya aktarılmaktadır. Örnek olarak Şekil 3.3'te gösterildiği gibi sonuçlar kullanıcıya sunulmaktadır.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları

Hedef	Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yon. Bil.
Öğrenci Değerleri	=1	3±1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğretim Elemanı Atama Sonuçları	Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğretim El.				
Hedef	=1	2±1	4±1				
Öğretim Elemanı	1,35	12-(10)-1	9-(2)-0				

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GAN	Yaba	Bilgi:	Excel	Access
1	15	1	3,0	3,0	0	1	0
2	15	1	2,7	4,0	0	1	0
3	1	2	1,9	4,0	0	1	0
4	21	2	3,0	4,0	0	1	0
5	2	1	2,9	3,5	0	1	0
6	2	2	2,2	4,0	0	1	0
7	20	1	2,0	3,0	0	1	0
8	7	1	2,7	3,0	0	1	0
9	8	1	2,7	4,0	0	1	0
10	23	1	2,5	2,5	1	1	0

Şekil 3.3. Kullanıcı arayüzü: Öğrenci ve öğretim elemanı atama sonuçları gösterimi

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada geliştirilen öğrenci proje takımı oluşturma problemi karar destek sistemi için üç farklı yıla ait veri seti kullanılmıştır. Kullanılan veri setlerinin özellikleri Çizelge 4.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 4.1. Problem veri seti

	Veri Seti 1	Veri Seti 2	Veri Seti 3
Öğrenci Sayısı	78	50	70
Öğretim Elemanları Sayısı	11	11	12
Proje Sayısı	23	18	25

Geliştirilen karar destek sistemi, üç farklı yıla ait veri setleri kullanılarak ayrı ayrı çalıştırılmıştır. Veri seti 1 için karar destek sisteminin çalıştırılması aşağıdaki şekillerde gösterilmektedir.

Adım 1: Öğrenci proje atama modelinin ilk kısmı olan öğrenci atama modeli için kullanıcının kriter tercih etmesi gerekmektedir. Örnekte kullanıcı öğrenci tercihleri, projedeki öğrenci sayısı ve öğrenci nitelikleri olmak üzere üç kriterin de öğrenci atama modeli için dikkate alınmasını öngörmüştür. Bu nedenle karar destek mekanizmasında her üç kriteri de kullanıcı seçmektedir. Öğrenci proje atama problemi karar destek sisteminde öğrenci atama kriterleri seçimi Şekil 4.1’de gösterilmektedir.

Adım 2: Öğrenci atama modeli kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırılması için kullanıcının Şekil 4.2’de gösterilen “Öğrenci Atama” butonuna tıklaması gerekmektedir.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI



GENEL BİLGİLER Öğrenci Sayısı: <input type="text"/> Proje Sayısı: <input type="text"/> Öğretim Elemanı: <input type="text"/>	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ Öğrenci Atama Sonuçları Tercih Öğr. Say./ Takım GANO Yabancı Dil Bilgisayar Bilgisi Gen. Of. Yaz. Bil. Veri Ta. Yön. Bil. Hedef: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğrenci Değerleri: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğretim Elemanı Atama Sonuçları Tercih Öğretim El./ Takım Proje Say./Öğre tim El. Hedef: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğretim Elemanı: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	KULLANICI BÖLÜMÜ Atama Kriterleri Öğrenci Kriterleri Tercih <input checked="" type="checkbox"/> Öğrenci Say. <input checked="" type="checkbox"/> Nitelikler <input checked="" type="checkbox"/> Öğretim Elemanı Kriterleri Tercih <input type="checkbox"/> Öğretim El. Say. <input type="checkbox"/> Proje Sayısı <input type="checkbox"/> Komut Butonları Öğrenci Atama Öğretim Elemanı Atama Yenile Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP
ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ		
Öğre Proje Terci GAN Yaba Bilgi: Excel Access	Proje Öğre GANı Saprı Yaba Bilgi: Excel Access	Öğre Proje Terci Proje Sayısı

Şekil 4.1. Öğrenci atama modeli kriter seçimi

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI



GENEL BİLGİLER Öğrenci Sayısı: <input type="text"/> Proje Sayısı: <input type="text"/> Öğretim Elemanı: <input type="text"/>	PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ Öğrenci Atama Sonuçları Tercih Öğr. Say./ Takım GANO Yabancı Dil Bilgisayar Bilgisi Gen. Of. Yaz. Bil. Veri Ta. Yön. Bil. Hedef: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğrenci Değerleri: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğretim Elemanı Atama Sonuçları Tercih Öğretim El./ Takım Proje Say./Öğre tim El. Hedef: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Öğretim Elemanı: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	KULLANICI BÖLÜMÜ Atama Kriterleri Öğrenci Kriterleri Tercih <input checked="" type="checkbox"/> Öğrenci Say. <input checked="" type="checkbox"/> Nitelikler <input checked="" type="checkbox"/> Öğretim Elemanı Kriterleri Tercih <input type="checkbox"/> Öğretim El. Say. <input type="checkbox"/> Proje Sayısı <input type="checkbox"/> Komut Butonları Öğrenci Atama Öğretim Elemanı Atama Yenile Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP
ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ		
Öğre Proje Terci GANı Yaba Bilgi: Excel Access	Proje Öğre GANı Saprı Yaba Bilgi: Excel Access	Öğre Proje Terci Proje Sayısı

Şekil 4.2. Öğrenci atama modeli çalıştırılması

Adım 3: Öğrenci atama modeli kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırıldığında Şekil 4.3'te gösterilen sonuçlar elde edilmektedir.

Şekil 4.3'te gösterilen (1) numaralı alanda veri setinde bulunan öğrenci ve proje sayısı değerleri gösterilmektedir. (2) numaralı alanda veri setine göre çalıştırılan öğrenci atama modeli sonuçlarına göre elde edilen performans değerleri gösterilmektedir.

Uygulamasý yapılan veri seti 1 değerleri için modelin ilk aşamasına (oğrenci atamalarına) ait performans sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- Performans değeri 1: Oğrenci tercihlerinin hangi düzeyde karřılandığıнын hesaplanması amacıyla veri setinde bulunan her oğrencinin atandığı projeyi kaçıncı sırada tercih ettiği dikkate alınarak tüm oğrenciler için ağırlıklı ortalama değeri hesaplanmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonucun küçük (1'e yakın) olması oğrencilerin yüksek oranda ilk tercihine atandığını göstermektedir.
- Performans değeri 2: Her bir proje takımına atanan oğrenci sayısını göstermektedir. Takımdaki oğrenci sayısı kriteri için tabloda parantez içinde gösterilen değerler kaç adet takımın hedeflenen değerde oğrenci sayısına sahip olduğunu göstermektedir. Parantezin sol tarafındaki değerler belirlenen alt limit değerindeki oğrenci sayısına sahip takım sayısını gösterirken; parantezin sağ tarafındaki değerler ise belirlenen st limit değerindeki oğrenci sayısına sahip takım sayısını göstermektedir. Bu nedenle parantez içindeki değerin daha büyük sayıda parantez dışındaki değerlerin ise daha küçük sayıda olması beklenmektedir.
- Performans değeri 3: Her bir takımın ortalama GANO değeri ile hedeflenen GANO değeri karşılaştırılmıştır ve performans değeri yüzdelik değer olarak hesaplanmıştır. Burada daha yüksek bir yüzdelik değer daha iyi sonucu ifade etmektedir ve tüm takımların yüzde kaı tarafından hedefin sağlandığını ifade etmektedir.
- Performans değeri 4: Her bir takımın ortalama yabancı dil puanı ile hedeflenen yabancı dil puanı karşılaştırılmıştır ve performans değeri yüzdelik değer olarak hesaplanmıştır. Burada daha yüksek bir yüzdelik değer daha iyi sonucu ifade etmektedir ve tüm takımların yüzde kaı tarafından hedefin sağlandığını ifade etmektedir.
- Performans değeri 5: Her bir takımda bulunan oğrencilerin bilgisayar programlama bilgisi olup olmadığı karşılaştırılmıştır ve performans değeri yüzdelik değer olarak hesaplanmıştır. Burada daha yüksek bir yüzdelik değer daha iyi sonucu ifade

etmektedir ve tüm takımların yüzde kaçını tarafından hedefin sağlandığını ifade etmektedir.

- Performans değeri 6: Her bir takımda bulunan öğrencilerin genel ofis yazılımları bilgisi olup olmadığı karşılaştırılmıştır ve performans değeri yüzdeler olarak hesaplanmıştır. Burada daha yüksek bir yüzdeler değeri daha iyi sonucu ifade etmektedir ve tüm takımların yüzde kaçını tarafından hedefin sağlandığını ifade etmektedir.
- Performans değeri 7: Her bir takımda bulunan öğrencilerin veri tabanı yönetimi bilgisi olup olmadığı karşılaştırılmıştır ve performans değeri yüzdeler değeri olarak hesaplanmıştır. Burada daha yüksek bir yüzdeler değeri daha iyi sonucu ifade etmektedir ve tüm takımların yüzde kaçını tarafından hedefin sağlandığını ifade etmektedir.

Şekil 4.3'te gösterilen (3) numaralı alanda öğrenci atama sonuçlarına göre hangi öğrencinin hangi projeye atandığı gösterilmektedir. Aynı zamanda her bir öğrencinin atandığı projeyi kaçınıncı sırada tercih ettiği bilgisi, her bir öğrencinin GANO değeri, yabancı dil puanı, bilgisayar programlama bilgisi, genel ofis yazılımları bilgisi ve veri tabanı yönetimi bilgisi olup olmadığı gösterilmektedir. (4) numaralı alanda ise öğrenci atamaları sonucunda oluşan takımların her birinde bulunan öğrenci sayısı, her bir proje takımındaki öğrencilerin ortalama GANO değeri, takımın ortalama yabancı dil puanı ve takımda bilgisayar programlama, genel ofis yazılımları ve veri tabanı yönetimi bilgisine sahip öğrenci olup olmadığı gösterilmektedir.

Adım 4: Öğrenci proje atama modelinin ikinci kısmı olan öğretim elemanı atama modeli için kullanıcının kriter tercih etmesi gerekmektedir. Örnekte; kullanıcı öğretim elemanlarının proje tercih öncelikleri, projedeki öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanına atanan takım sayısı olmak üzere üç kriterinde öğretim elemanı atama modelinde dikkate alınmasını öngörmektedir. Bu nedenle karar destek mekanizmasında her üç kriteri de kullanıcı seçmektedir. Öğrenci proje atama problemi karar destek sisteminde, öğretim elemanı atama kriterleri seçimi Şekil 4.4'te gösterilmektedir.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları

Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.
Hedef	=1	≥1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğrenci Değerleri	1,59	5-(4)-14	100,00%	100,00%	96,00%	70,00%

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları

Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğre tim El.
Hedef		
Öğretim Elemanı		

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GANı	Yaba	Bilgi:	Excel	Acce
1	15	1	3,0	3,0	0	1	0
2	15	1	2,7	4,0	0	1	0
3	1	2	1,9	4,0	0	1	0
4	21	2	3,0	4,0	0	1	0
5	2	1	2,9	3,5	0	1	0
6	2	2	2,2	4,0	0	1	0
7	20	1	2,0	3,0	0	1	0
8	7	1	2,7	3,0	0	1	1
9	8	1	2,7	4,0	0	1	0
10	23	1	2,5	2,5	1	1	1

Proje	Öğre	GANı	Sapnı	Yaba	Bilgi:	Excel	Acce
1	3	2,38	0,05	3,83	1	1	0
2	4	2,42	0,03	3,75	1	1	1
3	2	2,78	0,11	3,75	1	1	1
4	3	2,22	0,11	4,00	1	1	0
5	4	2,52	0,01	3,38	1	1	1
6	2	2,37	0,05	4,00	1	1	1
7	4	2,48	0,01	3,50	1	1	1
8	4	2,49	0,00	3,50	0	1	0
9	4	2,57	0,03	3,50	1	1	0
10	4	2,59	0,03	3,38	1	1	1

Öğre	Proje	Terci	Proje Sayısı
1	15	1	0
2	15	1	0
3	1	2	0
4	21	2	0
5	2	1	0
6	2	2	0
7	20	1	0
8	7	1	1
9	8	1	0
10	23	1	0

Şekil 4.3. Öğrenci atama modeli sonuç ekranı

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları

Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.
Hedef	=1	≥1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğrenci Değerleri	1,59	5-(4)-14	100,00%	100,00%	96,00%	70,00%

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları

Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğre tim El.
Hedef		
Öğretim Elemanı		

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

Şekil 4.4. Öğretim elemanı atama modeli kriter seçimi

Adım 5: Öğretim elemanı atama modelinin kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırılması için kullanıcının Şekil 4.5'te gösterilen "Öğretim Elemanı Atama" butonuna tıklaması gerekmektedir.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI



GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları	Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.
Hedef	=1	3±1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğrenci Değerleri	1,59	5-(4)-14	100,00%	100,00%	96,00%	100,00%	70,00%

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları	Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğretim El.
Hedef			
Öğretim Elemanı			

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GANÖ	Yaba	Bilgi:	Excel	Acce:
1	15	1	3,0	3,0	0	1	0
2	15	1	2,7	4,0	0	1	0
3	1	2	1,9	4,0	0	1	0
4	21	2	3,0	4,0	0	1	0
5	2	1	2,9	3,5	0	1	0
6	2	2	2,2	4,0	0	1	0
7	20	1	2,0	3,0	0	1	0
8	7	1	2,7	3,0	0	1	1
9	8	1	2,7	4,0	0	1	0
10	23	1	2,5	2,5	1	1	0

Şekil 4.5. Öğretim elemanı atama modeli çalıştırılması

Adım 6: Öğretim elemanı atama modeli kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırıldığında Şekil 4.6'da gösterilen sonuçlar elde edilmektedir.

Şekil 4.6'da gösterilen (1) numaralı alanda veri setinde bulunan öğretim elemanı sayısı gösterilmektedir. (2) numaralı alanda veri setine göre çalıştırılan öğretim elemanı atama modeli sonuçlarına göre elde edilen performans değerleri gösterilmektedir. Uygulaması yapılan veri seti 1 değerleri için modelin ikinci aşamasına (öğretim elemanı atamalarına) ait performans sonuçları aşağıdaki gibi özetlenebilir.

- Performans değeri 1: Öğretim elemanı tercihlerinin hangi düzeyde karşılandığının hesaplanması amacıyla veri setinde bulunan her bir öğretim elemanının atandığı projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiği dikkate alınarak tüm öğretim elemanları için ağırlıklı ortalama değeri hesaplanmaktadır. Bu nedenle elde edilen sonucun küçük (1'e yakın) olması öğretim elemanlarının yüksek oranda ilk tercihinin atandığını göstermektedir.
- Performans değeri 2: Her bir takıma atanan öğretim elemanı sayısını göstermektedir. Takımdaki öğretim elemanı sayısı kriteri için tabloda parantez içinde gösterilen değerler kaç adet takımın hedeflenen değerde öğretim elemanı sayısına sahip olduğunu göstermektedir. Parantezin sol tarafındaki değerler belirlenen alt limit

değerindeki öğretim elemanı sayısına sahip takım sayısını gösterirken; parantezin sağ tarafındaki değerler ise belirlenen üst limit değerindeki öğretim elemanı sayısına sahip takım sayısını göstermektedir. Bu nedenle parantez içindeki değerler daha büyük sayıda parantez dışındaki değerlerin ise daha küçük sayıda olması beklenmektedir.

- Performans değeri 3: Her bir öğretim elemanına atanan takım sayısını göstermektedir. Öğretim elemanlarına atanan takım sayısı kriteri için tabloda parantez içinde gösterilen değerler kaç adet öğretim elemanı sayısının hedeflenen değerde takım sayısına sahip olduğunu göstermektedir. Parantezin sol tarafındaki değerler belirlenen alt limit değerindeki takım sayısına sahip öğretim elemanı sayısını gösterirken; parantezin sağ tarafındaki değerler ise belirlenen üst limit değerindeki takım sayısına sahip öğretim elemanı sayısını göstermektedir. Bu nedenle parantez içindeki değerler daha büyük sayıda parantez dışındaki değerlerin ise daha küçük sayıda olması beklenmektedir.

Şekil 4.6’da gösterilen (3) numaralı tabloda öğretim elemanı atama sonuçlarına göre hangi öğretim elemanının hangi projeye atandığı gösterilmektedir. Aynı zamanda her bir öğretim elemanının atandığı projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiği ve her bir öğretim elemanına atanan proje sayısı gösterilmektedir.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı: 78

Proje Sayısı: 23

Öğretim Elemanı: 11

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları	Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.
Hedef	=1	≥1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğrenci Değerleri	1,59	5-(4)-14	100,00%	100,00%	96,00%	100,00%	70,00%

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları	Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğre tim El.
Hedef	=1	≥1	4±1
Öğretim Elemanı	1,35	12-(10)-1	9-(2)-0

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GANÖ	Yaba	Bilgi:	Excel	Acce:
1	15	1	3,0	3,0	0	1	0
2	15	1	2,7	4,0	0	1	0
3	1	2	1,9	4,0	0	1	0
4	21	2	3,0	4,0	0	1	0
5	2	1	2,9	3,5	0	1	0
6	2	2	2,2	4,0	0	1	0
7	20	1	2,0	3,0	0	1	0
8	7	1	2,7	3,0	0	1	1
9	8	1	2,7	4,0	0	1	0
10	23	1	2,5	2,5	1	1	0

Şekil 4.6. Öğretim elemanı atama modeli sonuç ekranı

Bu çalışmada karar destek sisteminin karar mekanizmasında hem öğrenci hem de öğretim elemanı atamalarında 3'er kriter değerlendirilmektedir. Karar destek mekanizmasında kullanılan tamsayı programlama modelleri ile öğrenci ve öğretim elemanlarının birtakım kısıtlardan öncelikli olarak ilk sıralarda tercih ettikleri projelere atanmaları amaçlanmaktadır. Bunun nedeni hem ilk aşama olan öğrenci atama modelinde hem de ikinci aşama olan öğretim elemanı atama tamsayı programlama modellerinde tercih önceliği ile ilgili herhangi bir kısıt bulunmamaktadır. İlk aşama olan öğrenci atama modelinde tercih kriterinin yanı sıra, takımdaki öğrenci sayısı ve öğrenci nitelikleri kriterleri için de ilgili hedef değere göre öğrencilerin atamalarının yapılabilmesi için kısıtlar bulunmaktadır. İkinci aşama olan öğretim elemanı atama modelinde ise tercih kriterine ek olarak, takımdaki öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanlarına atanan takım sayısı kriterleri için hedef değerlere göre öğretim elemanı atamalarının yapılabilmesi için kısıtlar bulunmaktadır.

Bu nedenle veri setleri için karar destek sistemi sonuçları karşılaştırılırken dört ayrı kritere göre öğrenci ve öğretim elemanı atama sonuçları karşılaştırılmıştır.

1. Öğrenci ve öğretim elemanı atamaları tercih kriterine göre yapılmıştır.
2. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrenci sayısı kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve projedeki öğretim elemanı sayısı kriterine göre yapılmıştır.
3. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve öğretim elemanına atanan proje sayısı kriterine göre yapılmıştır.
4. Öğrenci atamaları tercih, projedeki öğrenci sayısı ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri, projelere atanan öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanına atanan proje sayısı kriterine göre yapılmıştır.

Öğrenci ve öğretim elemanı atamaları tercih kriterine göre her üç veri seti için çözdürülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.2'de görüldüğü gibi literatürde yer alan Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Öğrenci ve öğretim elemanı atama aşamasına ait performans sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Tercih kriteri için elde edilen değer küçük (1'e yakın) olması daha iyi bir sonuç alındığını göstermektedir. Bir diğer ifadeyle, öğrencilerin ve öğretim elemanlarının ilk sıralarda tercih ettikleri projelere daha yüksek oranda atandıklarını ifade etmektedir. Bu çalışmada sunulan karar destek sistemi yaklaşımında, amaç fonksiyonunda yalnızca tercih kriteri ele alınmakta, Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından yapılan çalışmada ise amaç fonksiyonunda çok hedefli bir yapı bulunmaktadır. Bu nedenle karar destek sisteminde elde edilen sonuçların Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlara göre tercih kriteri açısından daha iyi olduğu görülmektedir. Öğrenci atamalarında Veri Seti 1'e ait verilere göre %24, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %77, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %48 değerinde daha yüksek oranlarda öğrenci atamaları gerçekleştiği görülmektedir. Öğretim elemanı atamalarında ise Veri Seti 1'e ait verilere göre %107, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %58, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %71 değerinde daha yüksek oranda öğretim elemanı atamaları gerçekleşmiştir.

Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrenci sayısı kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve projedeki öğretim elemanı sayısı kriterine göre her üç veri seti için çözdürülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.3'te görüldüğü gibi literatürde yer alan Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Öğrenci ve öğretim elemanı atama aşamalarına ait performans sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Öğrenci atamalarında Veri Seti 1'e ait verilere göre %18, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %73, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %38 değerinde daha yüksek oranda öğrenci atamaları gerçekleştiği görülmektedir. Öğretim elemanı atamalarında ise Veri Seti 1'e ait verilere göre %96, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %58, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %71 değerinde daha yüksek oranda öğretim elemanı atamaları gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.2. Tercih kriterine göre öğrenci ve öğretim elemanı atama modeli sonuçları

		Karar Destek Sistemi			Çavdur ve Ark.		
Kullanıcı Kriterleri	Performans Ölçütleri	VS1	VS2	VS3	VS1	VS2	VS3
Öğrenci Tercihi	Tercih	1,49	0,86	1,37	1,85	1,52	2,03
	Öğrenci Sayısı	5-(4)-14	8-(6)-4	13-(4)-8	0-(14)-9	4-(14)-0	5-(20)-0
	GANO	100%	100%	100%	97%	96%	98%
	Yabancı Dil	100%	78%	100%	100%	100%	100%
	Bilg. Prog.	70%	48%	74%	100%	89%	100%
	Gen. Of. Yaz. Bil.	100%	70%	100%	100%	100%	100%
	Veri Ta. Yön. Bil.	61%	26%	43%	74%	33%	52%
SONUÇ		24%	77%	48%			
Öğretim Elemanı Tercihi	Tercih	1,28	0,72	1,72	2,65	1,14	2,94
	Öğr. El. Sayısı	14-(6)-3	11-(2)-4	16-(6)-3			
	Proje Sayısı	10-(0)-1	7-(1)-0	11-(1)-0	0-(9)-2	0-(8)-3	10-(0)-2
SONUÇ		107%	58%	71%			

VS: Veri Seti

Çizelge 4.3. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrenci sayısı kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve projedeki öğretim elemanı sayısı kriterine göre sonuçlar

		Karar Destek Sistemi			Çavdur ve Ark.		
Kullanıcı Kriterleri	Performans Ölçütleri	VS1	VS2	VS3	VS1	VS2	VS3
Öğrenci Tercih ve Öğrenci Sayısı	Tercih	1,56	0,88	1,47	1,85	1,52	2,03
	Öğrenci Sayısı	1-(12)-10	6-(10)-2	8-(14)-3	0-(14)-9	4-(14)-0	5-(20)-0
	GANO	100%	100%	100%	97%	96%	98%
	Yabancı Dil	100%	78%	100%	100%	100%	100%
	Bilg. Prog.	74%	52%	70%	100%	89%	100%
	Gen. Of. Yaz. Bil.	100%	70%	100%	100%	100%	100%
	Veri Ta. Yön. Bil.	57%	26%	39%	74%	33%	52%
SONUÇ		18%	73%	38%			
Öğr. El. Tercih ve Öğr. El. Sayısı	Tercih	1,35	0,72	1,72	2,65	1,14	2,94
	Öğr. El. Sayısı	12-(10)-1	4-(14)-0	13-(12)-0			
	Proje Sayısı	10-(0)-1	1-(10)-0	11-(1)-0	0-(9)-2	0-(8)-3	10-(0)-2
SONUÇ		96%	58%	71%			

VS: Veri Seti

Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrencilerin niteliklerine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve öğretim elemanlarına atanan proje sayısı kriterine göre her üç veri seti için çözdürülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.4'te görüldüğü gibi literatürde yer alan Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Öğrenci ve öğretim elemanı atama aşamasına ait performans sonuçları aşağıda özetlenmektedir:

- Öğrenci atamalarında Veri Seti 1'e ait verilere göre %16, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %60, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %34 değerinde daha yüksek oranda öğrenci atamaları gerçekleştiği görülmektedir. Öğretim elemanı atamalarında ise Veri Seti 1'e ait verilere göre %107, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %58, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %76 değerinde daha yüksek oranda öğretim elemanı atamaları gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.4. Öğrenci atamaları tercih ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri ve öğretim elemanlarına atanan proje sayısı kriterine göre atama sonuçları

		Karar Destek Sistemi			Çavdur ve Ark.			
Kullanıcı Kriterleri	Performans Ölçütleri	VS1	VS2	VS3	VS1	VS2	VS3	
Öğrenci Tercih ve Öğrenci Yetenekleri	Tercih	1,59	0,95	1,51	1,85	1,52	2,03	
	Öğrenci Sayısı	5-(4)-14	8-(6)-4	13-(4)-8	0-(14)-9	4-(14)-0	5-(20)-0	
	GANO	100%	100%	100%	97%	96%	98%	
	Yabancı Dil	100%	78%	100%	100%	100%	100%	
	Bilg. Prog.	96%	65%	96%	100%	89%	100%	
	Gen. Of. Yaz. Bil.	100%	78%	100%	100%	100%	100%	
	Veri Ta. Yön. Bil.	70%	26%	52%	74%	33%	52%	
SONUÇ		16%	60%	34%				
Öğr. El. Tercih ve Proje Sayısı	Öğr. El. Atama	Tercih	1,28	0,72	1,67	2,65	1,14	2,94
		Öğr. El. Sayısı	15-(4)-4	4-(14)-0	15-(8)-2			
		Proje Sayısı	9-(2)-0	1-(10)-0	11-(1)-0	0-(9)-2	0-(8)-3	10-(0)-2
SONUÇ		107%	58%	76%				

VS: Veri Seti

Öğrenci atamaları tercih, projedeki öğrenci sayısı ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih kriteri, projelere atanan öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanına atanan proje sayısı kriterine göre yapılmıştır.

Öğrenci ve öğretim elemanı atamaları belirtilen kriterlere göre her üç veri seti için çözdürülmüş ve elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5'te görüldüğü gibi literatürde yer alan Çavdur ve ark. (2019-a) tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Öğrenci ve öğretim elemanı atama aşamasına ait performans sonuçları aşağıda özetlenmiştir:

- Öğrenci atamalarında Veri Seti 1'e ait verilere göre %8, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %57, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %28 değerinde daha yüksek oranda öğrenci atamaları gerçekleştiği görülmektedir. Öğretim elemanı atamalarında ise Veri Seti 1'e ait verilere göre %96, Veri Seti 2'ye ait verilere göre %58, Veri Seti 3'e ait verilere göre ise %71 değerinde daha yüksek oranda öğretim elemanı atamaları gerçekleşmektedir.

Çizelge 4.5. Öğrenci atamaları tercih, öğrenci sayısı ve projedeki öğrencilerin nitelikleri kriterlerine göre, öğretim elemanı atamaları ise tercih, öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanına atanan proje sayısı kriterlerine göre atama sonuçları

		Karar Destek Sistemi			Çavdur ve Ark.			
Kullanıcı Kriterleri	Performans Ölçütleri	VS1	VS2	VS3	VS1	VS2	VS3	
Öğrenci Tercih , Öğrenci Sayısı ve Öğrenci Yetenekleri	Öğr. Atama	Tercih	1,71	0,97	1,59	1,85	1,52	2,03
		Öğrenci Sayısı	1-(12)-10	6-(10)-2	9-(12)-4	0-(14)-9	4-(14)-0	5-(20)-0
		GANO	100%	100%	100%	97%	96%	98%
		Yabancı Dil	100%	78%	100%	100%	100%	100%
		Bilg. Prog.	96%	65%	96%	100%	89%	100%
		Gen. Of. Yaz. Bil.	100%	78%	100%	100%	100%	100%
		Veri Ta. Yön. Bil.	70%	26%	52%	74%	33%	52%
SONUÇ		8%	57%	28%				
Öğr. El. Tercih, Öğr. El. Sayısı ve Proje Sayısı	Öğr. El. Atama	Tercih	1,35	0,72	1,72	2,65	1,14	2,94
		Öğr. El. Sayısı	12-(10)-1	4-(14)-0	13-(12)-0			
		Proje Sayısı	9-(2)-0	1-(10)-0	11-(1)-0	0-(9)-2	0-(8)-3	10-(0)-2
SONUÇ		96%	58%	71%				

VS: Veri Seti

5. SONUÇ

Bu çalışmada, öğrenci proje takımı oluşturma problemi için esnek yapıda karar destek sistemi uygulaması geliştirilmiştir. Geliştirilen karar destek sistemi ile problem veri setinin düzenlenebildiği, kullanıcıdan alınan bu veriler doğrultusunda öğrenci proje takımlarının oluşturulduğu ve elde edilen sonuçlara ilişkin özet raporların kullanıcıya sunulduğu bütünlük bir yapı oluşturulmuştur. Öğrenci proje takımı oluşturma problemi yapısı gereği öğrenci ve öğretim elemanı ataması olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada öğrencilerin proje tercihleri, takımdaki toplam öğrenci sayısı ve öğrencilerin niteliklerine göre öğrenci atamaları gerçekleştirilmektedir. Öğretim elemanı atamalarının yapıldığı ikinci aşamada ise öğretim elemanlarının tercihleri, her bir takımdaki öğretim elemanı sayısı ve her bir öğretim elemanına atanan proje takımı sayısı kriterleri dikkate alınmaktadır. Bu nedenle geliştirilen karar destek sisteminin karar mekanizması iki ayrı aşama için atamaları gerçekleştirmek üzere iki ayrı tamsayı programlama modelinden oluşmaktadır. Geliştirilen karar destek sistemi, Bursa Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümü lisans bitirme tezi çalışmaları kapsamında üç yıllık veri seti için uygulanmıştır.

Karar destek sistemi uygulamaları yapılırken öğrenci proje atama modelinin her iki aşamasında da tercih önceliğini sınırlayan kısıtlar bulunmadığından tercih kriteri öncelikli olarak dikkate alınması amaçlanmıştır. Tercih kriteri önceliği hem öğrenci, hem de öğretim elemanı atama çalışmaları kapsamında dikkate alınarak, diğer kriterlerle beraber çeşitli kombinasyonlar üzerinden uygulama yapılmıştır. Yapılan uygulama sonuçları, literatürde bulunan Çavdur ve ark. (2019-a) çalışmasında yer alan sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları incelendiğinde her kombinasyonda tercih kriteri açısından karar destek sisteminin daha iyi sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Bazı kombinasyonlarda diğer kriterler açısından hem olumlu hem de nispeten olumsuz sonuçlar elde edilmiştir. Elde edilen olumsuz sonuçlar direkt olarak karar destek sistemi ile ilgili olmamakla birlikte, öğrenci ve öğretim elemanı atamaları yapılırken ilgili kriterin amaç fonksiyonunda dikkate alınmamasından kaynaklanmıştır.

Gelecek çalışmalarda, öğrenci nitelikleri arasında öğrencilerin eğitim geçmişleri (geçmişte aldıkları dersler vs.) daha detaylı olarak ele alınabilir. Benzer şekilde, öğretim

elemanlarının uzmanlık alanları da dikkate alınarak karar mekanizmasına entegre edilebilir. Öğrenciler ve öğretim elemanları arasındaki sosyal ilişkilerin dikkate alınması ile çalışma kapsamının genişletilmesi de bir başka gelecek çalışma konusu olabilir. Bir diğer çalışma konusu öğretim elemanı atamalarında öğretim elemanlarının iş yükü dikkate alınarak projelere ataması yapılabilir.

Aynı zamanda geliştirilen karar destek sistemi eğitim alanında bulunan proje takımı oluşturma problemleri haricinde sağlık sektörüne, havacılık sektörüne ve diğer çeşitli iş gücü planlama problemlerine kolaylıkla uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- Abraham, D.J., Irwing, R.W., Manlove, D.F. 2007.** Two algorithms for the student-project allocation problem. *Journal of Discrete Algorithms*, 5(1): 73-90.
- Alberola, J. M., Del Val, E., Sanchez-Anguix, V., Palomares, A., Teruel, M. D. 2016.** An artificial intelligence tool for heterogeneous team formation in the classroom. *Knowledge-Based Systems*, 101: 1-14.
- Anwar, A.A., Bahaj, A.S. 2003.** Student Project allocation using integer programming, *IEEE Transactions on Education*, 46(3): 359-367.
- Bacon, D.R., Stewart, K.A., Anderson, E.S. 2001.** Methods of assigning players to teams: A review and novel approach. *Simulation & Gaming*, 32(1): 6-17.
- Baglarbasi-Mutlu, M., Sebatli, A., Cavdur, F. 2018.** Group decision making for criteria importance determination in student project team formation problems. 12th International Conference on New Challenges in Industrial Engineering and Operations Management, 11-12 September, 2018, Ankara Yildirim Beyazit University, Ankara.
- Bahargam, S., Erdos, D., Bestavros, A., Terzi, E. 2015.** Personalized Education; Solving a Group Formation and Scheduling Problem for Educational Content. Proceedings of the 8th International Conference on Educational Data Mining, 26-29 June, 2015, Madrid, Spain.
- Blowers, P. 2003.** Using student skill self-assessments to get balanced groups for group projects. *College Teaching*, 51(3): 106-110.
- Borges, J., Dias, T. G., Cunha, J. F. E. 2009.** A new group-formation method for student projects. *European Journal of Engineering Education*, 34(6): 573-585.
- Borrego, M., Karlin, J., McNair, L.D., Beddoes, K. 2013.** Team effectiveness theory from industrial and organizational psychology applied to engineering student project teams: A research review. *Journal of Engineering Education*, 102(4): 472-512.
- Cavanaugh, R., Ellis, M., Layton, R., Ardis, M. 2004.** Automating the process of assigning students to cooperative-learning teams. American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition, 20 September-1 October, 2004, Kansas Technology Center, Pittsburg.
- Cavdur, F., Sebatli, A., Kose-Kucuk, M. 2019b.** A group-decision making and goal programming-based solution approach for the student-project team formation problem. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 34(1): 505-521.
- Cavdur, F., Sebatli, A., Kose-Kucuk, M., Rodoplu, C. 2019a.** A two-phase binary-goal programming-based approach for optimal project-team formation. *Journal of the Operational Research Society*, 70(4): 689-706.
- Chanwijit, J., Lomwongpaiboon, W., Dowjam, O., Tangworakitthaworn, P. 2016.** Decision Support System for Targeting Higher Education. 2016 Fifth ICT International Student Project Conference, 27-28 May, 2016, Faculty of ICT, Mahidol University, Phutthamonthon, Tayland.
- Cutshall, R., Gavirneni, S., Schultz, K. 2007.** Indiana University's Kelley School of Business uses integer programming to form equitable, cohesive student teams. *Interfaces*, 37(3): 265-276.
- Çelik, L. 2006.** Karar Destek Sistemlerinin Karar Verme Sürecindeki Rolü (Otomotiv Sektöründe Faaliyet Gösteren Bir İşletmede İncelenmesi). *Yüksek Lisans Tezi*, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Dağdeviren, M., Eraslan, E., Kurt, M. 2005.** Çalışanların toplam iş yükü seviyelerinin belirlenmesine yönelik bir model ve uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 20(4): 517-525.
- Delson, N. J. 2001.** Increasing team motivation in engineering design courses. *International Journal of Engineering Education*, 17(4): 359-366.
- Doshi, J.C., Trivedi, B. 2013.** Decision Support System using DMAIC for Academic Scheduling. 2013 IEEE Fifth International Conference on Technology for Education, 18-20 December, 2013, Kharagpur, India.
- Dye, J. 2001.** A constraint logic programming approach to the stable marriage problem and its application to student-project allocation. Bsc Honours project report, University of York Department of Computer Science. York.
- Ertogral, K., Bamuqabel, B. 2008.** Developing staff schedules for a bilingual telecommunication call center with flexible workers. *Computers & Industrial Engineering*, 54 (1): 118- 127.
- Feng, Y., Fan, W. 2014.** A hybrid simulation approach to dynamic multi-skilled workforce planning of production line. Proceedings of the 2014 Winter Simulation Conference, 7-10 December, 2014, Savannah, GA, USA.
- Fitzpatrick E., Askin R., Goldberg J. 2001.** Using student conative behaviors and technical skills to form effective project teams. 31st Annual Frontiers in Education Conference, 10-13 October, 2001, Reno, NV, United States.
- Gökşen, Y., Kılıç, S. 2011.** Yönetici etkinliğinin sağlanması sürecinde karar destek uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 13(1), 81-95.
- Hillier, F.S., Lieberman, G.J. 1995.** Introduction to Operations Research. McGraw-Hill Science, Engineering & Mathematics, Lieberman, 1073 pp.
- Hojati, M., Patil, A.S. 2011.** An integer linear programming-based heuristic for scheduling heterogeneous, part-time service employees. *European Journal of Operational Research*, 209 (1): 37- 50.
- Iwama, K., Miyazaki, S., Yanagisawa, H. 2012.** Improved approximation bounds for the student-project allocation problem with preferences over projects. *Journal of Discrete Algorithms*, 13: 59-66.
- Kostoglou, V., Ploskas, N., Vassilakopoulos, M. 2014.** Analysis and design of a web-based decision support system for choosing higher education studies. *Yugoslav journal of operations research*, 24(3): 399-414.
- Li, N., Li, L.X. 2000.** “Modeling Staffing Flexibility: A Case of China”, *European Journal of Operational Research*, 124 (2): 255–266.
- Madyatmadja, E.D., Oktavia, T. 2016.** Decision Support System in Determining the Study Program Concentration in Higher education Institutions. 2016 Fourth International Conference on Information and Communication Technologies, 25-27 May, 2016, Bina Nusantara University, Jakarta, Indonesia.
- Maenhout, B., Vanhoucke, M. 2011.** An evolutionary approach for the nurse rostering problems. *Computers & Operations Research*, 38(10): 1400- 1411.
- Maier, C.B., Batenburg, R., Birch, S., Zander, B., Elliott, R., Busse, R. 2018.** Health workforce planning: which countries include nurse practitioners and physician assistants and to what effect?. *Health Policy*, 122(10): 1085-1092.
- Manlove, D.F., O’Malley, G. 2008.** Student-project allocation with preferences over projects. *Journal of Discrete Algorithms*, 6(4): 553–560.
- Mucuk, İ. 2013.** Modern İşletmecilik. Türkmen Kitabevi 18. Baskı, İstanbul, 392 s.

- Oakley B., Felder R.M., Brent R., Elhajj I. 2004.** Turning student groups into effective teams. *Journal of student centered learning*, 2(1): 9-34.
- Power, D.J., Sharda, R. 2009.** Decision Support Systems. Springer Handbook of Automation, Springer Science & Business Media, Berlin, Heidelberg, 1539-1548.
- Proll, L.G. 1972.** A simple method of assigning projects to students. *Journal of the Operational Research Society*, 23(2): 195-201.
- Rong, A., Grunow, M. 2009.** Shift designs for freight handling personnel at air cargo terminals. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 45(5): 725- 739.
- Sabuncoğlu, Z. ve Tokol, T. 2013.** İşletme. Beta Basım 9. Baskı, İstanbul, 380 s.
- Sahin, Y. G. 2011.** A team building model for software engineering courses term projects. *Computers & Education*, 56(3): 916-922.
- Saraç, T., Özçelik, F. 2013.** Ders proje gruplarının oluşturulması için bir matematiksel model. *Journal of Industrial Engineering (Turkish Chamber of Mechanical Engineers)*, 24(1-2): 2-11.
- Sprague Jr, R.H., Carlson, E.D. 1982.** Building effective decision support systems. Prentice Hall Professional Technical Reference, New Jersey, USA, 329.
- Sudarma, M., Oka, A. A. K., Cahya, I. 2015.** Decision Support System for the Selection of Courses in the Higher Education using the Method of Elimination Et Choix Tranduit La Realite. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 5(1): 129-135.
- Tekin, M. 1996.** Üretim Yönetimi. Arı Ofset Matbaacılık, Konya, 317.
- Wang, J. 2005.** A review of operations research applications in workforce planning and potential modeling of military training. *Defence Science and Technology Organisation Salisbury (Australia) Systems Sciences Lab*, 1-25.
- Wesner J.W., Amon C.H., Bigrigg M.W., Subrahmanian E., Westerberg A.W., Filipski K. 2007.** Student team formation and assignment in a multi-disciplinary engineering design projects course: a pair of suggested best practices. *International Journal of Engineering Education*, 23(3): 517-526.
- Williams, H.P. 2013.** Model Building in Mathematical Programming. John Wiley and Sons Ltd, Hoboken, United States, 432 pp.
- Winston, Wayne L. 1987.** Operation Research: Application and Algorithms. Thomson Brooks/Cole, Belmont, USA, 1434.
- Yannibelli, V., Amandi, A. 2012.** A deterministic crowding evolutionary algorithm to form learning teams in a collaborative learning context. *Expert systems with applications*, 39(10): 8584-8592.

EKLER

EK 1 Öğrenci Proje Takımı Oluşturma Programı Kullanıcı Kılavuzu

EK 1



ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI

KULLANICI KILAVUZU

Fatih Çavdur

Uludağ Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Nilüfer 16059, Bursa, Türkiye

e-mail: fatihcavdur@uludag.edu.tr


Merve Bağlarbaşı

Uludağ Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, Nilüfer 16059, Bursa, Türkiye

e-mail: merv90@hotmail.com

GENEL TANITIM

Bu kullanıcı kılavuzu, yazarlar tarafından öğrenci proje takımı oluşturma problemi için geliştirilen karar destek sisteminin kullanımını kısaca açıklamaktadır. Geliştirilen karar destek sisteminin kullanıcı arayüzünü Şekil 1’de görebilirsiniz.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI 

GENEL BİLGİLER		PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ							KULLANICI BÖLÜMÜ			
Öğrenci Sayısı: <input type="text"/>		Öğrenci Atama Sonuçları							Atama Kriterleri			
Proje Sayısı: <input type="text"/>		Hedef	Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.	Öğrenci Kriterleri		
Öğretim Elemanı: <input type="text"/>		Öğrenci Değerleri								Tercih	<input type="checkbox"/>	
										Öğrenci Say.	<input type="checkbox"/>	
										Nitelikler	<input type="checkbox"/>	
										Öğretim Elemanı Kriterleri		
										Tercih	<input type="checkbox"/>	
										Öğretim El. Say.	<input type="checkbox"/>	
										Proje Sayısı	<input type="checkbox"/>	
										Komut Butonları		
										Öğrenci Atama		
										Öğretim Elemanı Atama		
										Yenile		
										Güncelle SP	Güncelle SQ	Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GANı	Yaba	Bilgi:	Excel	Access	Öğre	Proje	Terci	Proje Sayısı

Şekil 1: Öğrenci Proje Takımı Oluşturma Programı Arayüzü

Şekil 1’de görüldüğü gibi kullanıcı arayüzü 4 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler genel bilgiler, kullanıcı bölümü, performans ölçütleri ve atama sonuçları listesini içermektedir. Her bölümün açıklamalarını aşağıda bulabilirsiniz.

Genel Bilgiler

Bu bölümde karar destek sisteminin veri setinde bulunan mevcut öğrenci sayısı, proje sayısı ve öğretim elemanı sayısı bilgileri yer almaktadır. Kullanıcı tarafından herhangi bir giriş yapılmamaktadır.

Kullanıcı Bölümü

Kullanıcı bölümü öğrenci ve öğretim elemanı atamalarının gerçekleştirilebilmesi için kullanıcının seçmesi gereken atama kriterleri ve emir komutlarından oluşmaktadır. Öğrenci proje takımı oluşturma problemi yapısı gereği öğrenci ve öğretim elemanı

atama olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Bu nedenle karar destek sisteminin karar mekanizmasında iki ayrı tamsayı programlama modeli yer almaktadır. Karar mekanizmalarının kullanıcı taleplerine göre çalışabilmesi için kullanıcı arayüzünde (i) öğrenci atama kriterleri ve (ii) öğretim elemanı atama kriterleri olmak üzere iki kısım bulunmaktadır.

Atama Kriterleri

- (i) Öğrenci Atama Kriterleri: Öğrencilerin projeleri ilk sırada tercih etmesi, projede bulunan öğrenci sayısı ve öğrenci niteliklerinden oluşmaktadır. Öğrencilere proje atamaları yapılırken kullanıcı taleplerine göre üç kriterden hangi kriterlere göre öğrenci atamalarının yapılmasını kullanıcı istiyorsa bulunan kriterlerden onu/onları seçmesi gerekmektedir.
- (ii) Öğretim Elemanı Atama Kriterleri: Öğretim elemanlarının projeleri ilk sırada tercih etmesi, projede bulunan öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanlarına atanan proje takımı sayısından oluşmaktadır. Öğretim elemanlarına proje atamaları yapılırken kullanıcı taleplerine göre üç kriterden hangi kriterlere göre öğretim elemanı atamalarının yapılmasını kullanıcı istiyorsa, bulunan kriterlerden onu/onları seçmesi gerekmektedir.

Emir Komutları

Kullanıcının karar mekanizmalarını yönlendirebilmesi için emir komutlarından oluşmaktadır. Emir komutlarında; (i) öğrenci atama, (ii) öğretim elemanı atama, (iii) yenile, (iv) öğrenci tercih verileri güncelleme (Güncelle SP), (v) öğrenci nitelikleri güncelleme (Güncelle SQ) ve (vi) öğretim elemanı tercih verilerini güncelleme (Güncelle AP) emir komutlarından oluşmaktadır.

- (i) Öğrenci atama: Kullanıcının öğrenci atama karar mekanizmasının seçtiği kriterlere göre çalışması için “Öğrenci Atama” butonuna tıklaması gerekmektedir.

- (ii) Öğretim elemanı atama: Kullanıcının öğretim elemanı atama karar mekanizmasının seçtiği kriterlere göre çalışması için “Öğretim Elemanı Atama” butonuna tıklaması gerekmektedir.
- (iii) Yenile: Kullanıcı arayüzünde öğrenci ve öğretim elemanı atama sonuçları verilerinin silinmesini sağlamaktadır.
- (iv) Öğrenci verileri güncelleme (Güncelle SP): Öğrencilerin proje tercih öncelikleri tablosunun güncellenmesi, yeni öğrenci ve/veya yeni proje ekleyip/çıkarılması işlemlerinin yapılabilmesi için butona tıklanması gerekmektedir.
- (v) Öğrenci nitelikleri güncelleme (Güncelle SQ): Öğrencilerin sırasıyla GANO, yabancı dil puanı, bilgisayar programlama, genel ofis yazılımları ve veri tabanı yönetimi bilgisi olup olmadığı verilerinin güncellenmesi ve/veya yeni öğrenci ekleyip/çıkarılması işlemlerinin yapılabilmesi için butona tıklanması gerekmektedir.
- (vi) Öğretim elemanı verileri güncelleme (Güncelle AP): Öğretim elemanlarının proje tercih öncelikleri tablosunun güncellenmesi, yeni öğretim elemanı ve/veya yeni proje ekleyip/çıkarılması işlemlerinin yapılabilmesi için butona tıklanması gerekmektedir.

Performans Ölçütleri

Öğrenci ve öğrencilere danışmanlık yapacak öğretim elemanı atama sonuçlarının performans ölçütleri sunulmaktadır. Performans ölçütleri bölümü (i) öğrenci atama sonuçları ve (ii) öğretim elemanı atama sonuçları olmak üzere iki alt kategoriden oluşmaktadır. Kullanıcı tarafından herhangi bir giriş yapılmamaktadır. Kullanıcı tercih ettiği kriterlerin girişlerini yaptıktan sonra ilgili emir komutuna (öğrenci atama, öğretim elemanı atama) tıklamaktadır. Ardından ilgili karar mekanizması devreye girmektedir. Karar mekanizmasının çalışması ile elde edilen sonuçlar bu bölümde kullanıcıya aktarılmaktadır.

i. Öğrenci Atama Sonuçları

Öğrenci atama kriterleri kullanıcı tarafından seçimi yapıp, “Öğrenci Atama” butonu tıklandığında karar mekanizması çalışmaktadır. Elde edilen öğrenci atama sonuçlarına göre performans ölçütleri hesaplanmaktadır. Öğrenci atamalarına göre hesaplanan performans ölçütleri öğrenci atama sonuçları bölümünde gösterilmektedir. Öğrenci atama sonuçları bölümünde toplam 7 adet performans ölçütü kullanıcıya sunulmaktadır. Öğrenci atama sonuçlarının performans değerleri sırasıyla:

- Öğrencilerin hangi oranda ilk tercihinde atandığı,
- Kaç adet proje takımının hedeflenen değerdeki öğrenci sayısına sahip olduğu,
- Proje takımlarının yüzde kaçını tarafından ortalama GANO değeri hedefinin sağlandığı,
- Proje takımlarının yüzde kaçını tarafından ortalama yabancı dil puanı hedefinin sağlandığı,
- Proje takımlarının yüzde kaçını tarafından bilgisayar programlama bilgisi hedefinin sağlandığı,
- Proje takımlarının yüzde kaçını tarafından genel ofis yazılımları bilgisi hedefinin sağlandığı
- Proje takımlarının yüzde kaçını tarafından veri tabanı yönetimi bilgisi hedefinin sağlandığında oluşmaktadır.

ii. Öğretim Elemanı Atama sonuçları

Öğretim elemanı atama kriterleri kullanıcı tarafından seçimi yapıp, “Öğretim Elemanı Atama” butonu tıklandığında karar mekanizması çalışmaktadır. Elde edilen öğretim elemanı atama sonuçlarına göre performans ölçütleri hesaplanmaktadır. Öğretim elemanı atamalarına göre hesaplanan performans ölçütleri öğretim elemanı atama sonuçları bölümünde gösterilmektedir. Öğretim elemanı atama sonuçları bölümünde toplam 3 adet performans ölçütü sunulmaktadır. Öğretim elemanı atama sonuçlarının performans değerleri sırasıyla:

- Öğretim elemanlarının hangi oranda ilk tercihinde atandığı,

- Kaç adet proje takımının hedeflenen değerdeki öğretim elemanı sayısına sahip olduğu,
- Kaç adet öğretim elemanı sayısının hedeflenen değerdeki proje takımı sayısına sahip olduğu kullanıcıya sunulmaktadır.

Atama Sonuçları Listesi

Öğrenci ve öğretim elemanı atama sonuçlarına göre öğrenci ve öğretim elemanlarının hangi projelere atandığı, öğrenci ve öğretim elemanı bilgileri tablo olarak gösterilmektedir. Atama sonuçları listesi üç tablodan oluşmaktadır. İlk tabloda öğrencilerin her biri hangi projeye atandığı, her bir öğrencinin atandığı projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiği, her bir öğrencinin sırasıyla GANO değeri, yabancı dil puanı, bilgisayar programlama, genel ofis yazılımları ve veri tabanı yönetimi bilgisi olup olmadığı verileri yer almaktadır. İkinci tabloda ise her bir projeye atanan öğrenci sayısı, proje takımının ortalama GANO değeri, yabancı dil puanı, proje takımında bilgisayar programlama, genel ofis yazılımları ve veri tabanı yönetimi bilen öğrenci olup olmadığı verileri yer almaktadır. Üçüncü tabloda ise her bir öğretim elemanının atandığı proje, her bir öğretim elemanının atandığı projeyi kaçınıcı sırada tercih ettiği ve her bir öğretim elemanına atanan proje sayısı verilerinden oluşmaktadır.

UYGULAMA

Bu bölümde geliştirilen karar destek sistemi ile örnek bir uygulama sunulmaktadır. Şekil 2’de kullanıcının öğrenci ve öğretim elemanı atamaları için seçtiği kriterlere göre atama sonuçları ve performans ölçütleri görülebilmektedir. Karar mekanizmasının çalıştırılabilmesi için kullanıcı arayüzü kullanımı aşağıdaki örnek yardımıyla adım adım belirtilmiştir.

Adım 1: Öğrenci proje atama modelinin ilk kısmı olan öğrenci atama modeli için kullanıcının tercih ettiği kriterleri seçmesi gerekmektedir. Örnekte kullanıcı öğrenci proje tercih öncelikleri, projedeki öğrenci sayısı ve öğrenci nitelikleri olmak üzere üç kriterin de öğrenci atama modeli için dikkate alınmasını öngörmüştür. Bu nedenle karar destek mekanizmasında her üç kriteri de kullanıcı seçmektedir.

Adım 2: Öğrenci atama modeli kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırılabilmesi için kullanıcı “Öğrenci Atama” butonuna tıklaması gerekmektedir.

Adım 3: Öğrenci atama modeli çalıştırıldığında elde edilen öğrenci atama sonuçlarına göre performans değerleri ve öğrenci atama sonuçları listeleri ile öğrenci atama sonuçları kullanıcıya arayüz de sunulmaktadır.

Adım 4: Öğrenci proje atama modelinin ikinci kısmı olan öğretim elemanı atama modeli için kullanıcının tercih ettiği kriterleri seçmesi gerekmektedir. Örnekte kullanıcı öğretim elemanı proje tercih öncelikleri, projedeki öğretim elemanı sayısı ve öğretim elemanına atanan proje sayısı olmak üzere üç kriterin de öğretim elemanı atama modeli için dikkate alınmasını öngörmüştür. Bu nedenle karar destek mekanizmasında her üç kriteri de kullanıcı seçmektedir.

Adım 5: Öğretim elemanı atama modeli kullanıcının seçtiği kriterlere göre çalıştırılabilmesi için kullanıcı “Öğretim Elemanı Atama” butonuna tıklaması gerekmektedir.

Adım 6: Öğretim elemanı atama modeli çalıştırıldığında elde edilen öğretim elemanı atama sonuçlarına göre performans değerleri ve öğretim elemanı atama sonuçları listeleri ile öğretim elemanı atama sonuçları kullanıcıya arayüz de sunulmaktadır.

ÖĞRENCİ-PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROGRAMI



GENEL BİLGİLER

Öğrenci Sayısı:

Proje Sayısı:

Öğretim Elemanı:

PERFORMANS ÖLÇÜTLERİ

Öğrenci Atama Sonuçları							
Tercih	Öğr. Say./ Takım	GANÖ	Yabancı Dil	Bilgisayar Bilgisi	Gen. Of. Yaz. Bil.	Veri Ta. Yön. Bil.	
Hedef	=1	≥1	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%
Öğrenci Değerleri	1,59	5-(4)-14	100,00%	100,00%	96,00%	100,00%	70,00%

Öğretim Elemanı Atama Sonuçları		
Tercih	Öğretim El./ Takım	Proje Say./Öğretim El.
Hedef	=1	2±1
Öğretim Elemanı	1,35	12-(10)-1

KULLANICI BÖLÜMÜ

Atama Kriterleri

Öğrenci Kriterleri

Tercih

Öğrenci Say.

Nitelikler

Öğretim Elemanı Kriterleri

Tercih

Öğretim El. Say.

Proje Sayısı

Komut Butonları

Öğrenci Atama

Öğretim Elemanı Atama

Yenile

Güncelle SP Güncelle SQ Güncelle AP

ATAMA SONUÇLARI LİSTESİ

Öğre	Proje	Terci	GANı	Yaba	Bilgi:	Excel	Acce:	Öğre	Proje	Terci	Proje Sayı
1	15	1	3,0	3,0	0	1	0	1	13	1	4
2	15	1	2,7	4,0	0	1	0	1	16	1	4
3	1	2	1,9	4,0	0	1	0	1	21	1	4
4	21	2	3,0	4,0	0	1	0	1	23	1	4
5	2	1	2,9	3,5	0	1	0	2	1	2	3
6	2	2	2,2	4,0	0	1	0	2	3	1	3
7	20	1	2,0	3,0	0	1	0	2	22	1	3
8	7	1	2,7	3,0	0	1	1	3	18	1	3
9	8	1	2,7	4,0	0	1	0	3	19	5	3
10	23	1	2,5	2,5	1	1	0	3	20	2	3

Şekil 2: Öğrenci Proje Takımı Oluşturma Programı Arayüzü Sonuç Gösterimi

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Merve BAĞLARBAŞI MUTLU
Doğum Yeri ve Tarihi : ÇORLU / 11.10.1990
Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu
Lise : Kırklareli Atatürk Anadolu Lisesi
Lisans : Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği
Yüksek Lisans :

Çalıştığı Kurum/Kurumlar : Magneti Marelli Mako Elektrik A. Ş.

İletişim (e-posta) : merv90@hotmail.com

Yayımları :

Baglarbasi-Mutlu, M., Sebatli, A., Cavdur, F. 2018. Group decision making for criteria importance determination in student project team formation problems. 12th International Conference on New Challenges in Industrial Engineering and Operations Management, 11-12 September, 2018, Ankara Yildirim Beyazit University, Ankara.

Cavdur, F., Baglarbasi-Mutlu, M., Sebatli, A. 2019. Öğrenci proje takımı oluşturma problemi için bir karar destek sistemi uygulaması. *Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2019, Ankara. (Değerlendirme aşamasında)

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
TEZ ÇOĞALTMA VE ELEKTRONİK YAYIMLAMA İZİN FORMU

Yazar Adı Soyadı	Merve Bağlarbaşı-Mutlu
Tez Adı	ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA AMAÇLI BİR KARAR DESTEK SİSTEMİ TASARIMI
Enstitü	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı
Tez Türü	Yüksek Lisans Tezi
Tez Danışman(lar)ı	Doç. Dr. Fatih Çavdur
Çoğaltma (Fotokopi Çekim) izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimin sadece içindekiler, özet, kaynakça ve içeriğinin % 10 bölümünün fotokopi çekilmesine izin veriyorum <input type="checkbox"/> Tezimden fotokopi çekilmesine izin vermiyorum
Yayımlama izni	<input checked="" type="checkbox"/> Tezimin elektronik ortamda yayımlanmasına izin veriyorum

Hazırlamış olduğum tezimin belirttiğim hususlar dikkate alınarak, fikri mülkiyet haklarım saklı kalmak üzere Bursa Uludağ Üniversitesi Kütüphane ve Dokümantasyon Daire Başkanlığı tarafından hizmete sunulmasına izin verdiğimi beyan ederim.

Tarih : 17.09.2019

İmza :

