



T.C.

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROBLEMLERİ İÇİN
ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI GELİŞTİRİLMESİ**

Çağla RODOPLU

**Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR
(Danışman)**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

BURSA – 2015

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

- 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.

13/11/2015

İmza

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÖĞRENCİ PROJE TAKIMI OLUŞTURMA PROBLEMLERİ İÇİN ÇÖZÜM YAKLAŞIMLARI GELİŞTİRİLMESİ

Çağla RODOPLU

Uludağ Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman:Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR

Günümüzde, üniversitelerin lisans programlarında, (bütünleşik) sistem tasarımı olarak tanımlanan, öğrenci, akademik danışman ve firma danışmanı gibi farklı gruplardaki kişilerin bir araya gelmesiyle oluşturulan, bir takım tarafından gerçekleştirilen çalışmalara olan ilgi giderek artmaktadır. Genel olarak, bu çalışmaların amacı, öğrencilere takım çalışması kapsamında, geçmişte kazandıkları bilgi ve becerileri kullanarak, gerçek bir problem üzerinde çalışma olanağı sağlamaktır. Doğal olarak, bir proje takımının başarısı, takım üyelerinin birbirleriyle olan uyumuna ve dolayısıyla, ilgili takım üyelerinin doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır. Bu çalışmada, optimal proje takımı oluşturma probleminin çözümü için 2-aşamalı bir hedef programlama yaklaşımı önerilmektedir. Bu yaklaşımın birinci aşamasında, çeşitli kriterler dikkate alınarak öğrenciler proje takımlarına atanmakta, ikinci aşamada ise benzer atamalar akademik danışmanlar için gerçekleştirilmektedir. Tezin son aşamasında ise elde edilen atama sonuçları bir taşıma modeline uyarlanarak farklı bir yaklaşımla tekrar elde edilmiştir. Önerilen yaklaşım, Uludağ Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü lisans programında, Bütünleşik Sistem Tasarımı kapsamındaki proje takımı oluşturma problemine uygulanarak, çözüm sonuçları, çeşitli kriterler açısından, gerçekte uygulanan atamalar sonucunda oluşturulan takımlarla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucu önerilen yöntemin performansının çok daha iyi olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca gerçekte uygulanan yöntem için harcanan süreler ve insan kaynağı düşünüldüğünde, önerilen yöntemin çok daha verimli olacağı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: çok-kriterli optimizasyon, hedef programlama, öğrenci-proje atama problemi, takım oluşturma problemi, tamsayılı programlama
2015, vii+73 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DEVELOPING SOLUTION APPROACHES FOR STUDENT PROJECT TEAM FORMATION PROBLEMS

Çağla RODOPLU

Uludag University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Industrial Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Fatih ÇAVDUR

In today's world, interest in the studies which are defined as (integrated) system design, carried out by teams that are made up by different groups of people including students, academic advisers and company advisers, has gradually increased. In general, the aim of these studies is to provide opportunities for students to work on real cases by using knowledge and skills that students gained during their undergraduate education. Naturally, the success of the project team depends on the selection of the appropriate team members and the harmony between these team members. In this study, a two-stage goal programming approach is proposed for the solution of the optimal project team allocation problem. In the first step of this approach, students have been assigned to projects by considering various criteria, and in the second step, similar assignments have been carried out for the academicians. In the last step of the thesis, previous solutions were solved again by adapting a transportation model. Suggested approach was applied to the project team allocation problem as a part of Integrated System Design at Uludag University's Department of Industrial Engineering. The solution was compared with the real project teams in terms of various criteria. Results of comparison show that performance of suggested method is much better. Additionally, considering the time and human resources for the assignment process, it is seen that the suggested method is much more effective.

Keywords: multi criteria optimization, goal programming, student-project allocation problem, team formation problem, integer programming
2015,vii+73 pages

ÖNSÖZ

Yüksek Lisans sürecimde her türlü yardım ve fedakarlığı sağlayan, bilgi ve tecrübesi ile çalışmama ışık tutan danışmanın Sayın Hocam Doç. Dr. Fatih ÇAVDUR'a teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmayı, yetiştirmemde emeği geçen, beni cesaretlendiren ve benden maddi, manevi hiçbir desteği esirgemeyen aileme ve eşim Burak RODOPLU'ya teşekkür ederim.

Çağla RODOPLU

13.11.2015



İÇİNDEKİLER

| | Sayfa |
|--|-------|
| ÖZET | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| ÖNSÖZ | iii |
| SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ | vi |
| ÇİZELGELER DİZİNİ..... | vii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. KAYNAK TARAMASI | 3 |
| 2.1. Rassal Grup Seçimi Yöntemi | 3 |
| 2.2. Rassal Olmayan Grup Seçimi Yöntemi | 4 |
| 2.3. Tamsayılı Programlama..... | 7 |
| 2.3. Hedef Programlama | 8 |
| 2.4. Atama Modeli | 9 |
| 2.5. Taşıma Modeli | 12 |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM..... | 13 |
| 3.1. Materyal | 13 |
| 3.2. Yöntem..... | 14 |
| 3.2.1. Projelere öğrenci atamaları için çözüm yaklaşımı - HP Modeli 1 | 14 |
| 3.2.2. Projelere akademik danışman atamaları için çözüm yaklaşımı - HP Modeli 2 | 21 |
| 3.2.3. Projelere öğrenci atamaları için çözüm yaklaşımı – Taşıma Modeli 1..... | 24 |
| 3.2.4. Projelere akademik danışman atamaları için çözüm yaklaşımı – Taşıma Modeli 2..... | 26 |
| 4. UYGULAMA..... | 29 |
| 4.1. Hedef Programlama Uygulamaları | 29 |
| 4.2. Taşıma Modeli Uygulamaları..... | 32 |
| 5. BULGULAR | 43 |
| 5.1. Projelere Öğrenci Atamaları İçin HP Modeli 1 Çözümleri | 43 |
| 5.2. Projelere Akademik Danışman Atamaları İçin HP Modeli 2 Çözümleri | 44 |
| 5.3. HP Modeli ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması..... | 46 |
| 5.4. Projelere Öğrenci Atamaları İçin Taşıma Modeli 1 Çözümleri | 50 |
| 5.5. Projelere Akademik Danışman Atamaları İçin Taşıma Modeli 2 Çözümleri | 51 |
| 5.6. Taşıma Modeli ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması..... | 51 |
| 5. TARTIŞMA VE SONUÇ | 56 |
| KAYNAKLAR | 57 |
| EKLER | 61 |
| EK 1 Öğrenci - Proje Tercih Matrisi | 61 |

| | |
|--|----|
| EK 2 Öğrenci Yetkinlik Bilgileri | 62 |
| EK 3 Akademik danışman - Proje Tercih Matrisi | 63 |
| EK 4 Kriterlere bağlı, olası durumlara karşılık gelen maliyet değerleri - (öğrenci ataması için) | 64 |
| EK 5 Taşıma modeli için öğrenci - proje maliyet matrisi | 65 |
| EK 6 Kriterlere bağlı, olası durumlara karşılık gelen maliyet değerleri - (akademik danışman ataması için) | 66 |
| EK 7 İdeal Durum için öğrenci-proje atama modelinin sonuçları | 67 |
| EK 8 Gerçek durum için öğrenci-proje atama modelinin sonuçları | 68 |
| EK 9 İdeal Durum için akademik danışman - proje atama modelinin sonuçları | 69 |
| EK 10 Gerçek durum için akademik danışman - proje atama modelinin sonuçları | 70 |
| EK 11 Gerçek durum için taşıma modeli ile elde edilen öğrenci - proje atamaları | 71 |
| EK 12 Gerçek durum için taşıma modeli ile elde edilen akademik danışman - proje atamaları | 72 |
| ÖZGEÇMİŞ | 73 |

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

| Kısaltmalar | Açıklama |
|--------------------|--------------------------------------|
| AD: | Akademik danışman |
| AD1: | Proje vermeye aday akademik danışman |
| AD2 : | Proje almaya aday akademik danışman |
| BP: | Bilgisayar Programlama |
| GANO: | Genel Akademik Not Ortalaması |
| YD: | Yabancı Dil |



ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

| | |
|--|----|
| Çizelge 4.1. İdeal durum için veriler..... | 30 |
| Çizelge 4.2. Gerçek durum için veriler..... | 31 |
| Çizelge 4.3. Taşıma modeli için adımlar..... | 32 |
| Çizelge 4.4. Taşıma modeli için akademik danışman- proje maliyet matrisi..... | 40 |
| Çizelge 5.1. Öğrenci - proje atamasının değerlendirme tablosu-1..... | 46 |
| Çizelge 5.2. Akademik danışman - proje atamasının değerlendirme tablosu-1..... | 49 |
| Çizelge 5.3. Öğrenci - proje atamasının değerlendirme tablosu-2..... | 52 |
| Çizelge 5.4. Akademik danışman - proje atamasının değerlendirme tablosu-2..... | 54 |

1. GİRİŞ

Dünyadaki hızlı gelişim ve teknolojik gelişmeler ile talepte meydana gelen çeşitliliğin karşılanabilmesi, ortaya çıkartılan ürünlerde fonksiyonelliğe ve çeşitliliğe yönelme ihtiyacını meydana getirmiştir. Bu ihtiyacı giderecek olan insandır. Dolayısıyla çalışanlar teknolojiye bağlı şirketler için en önemli değerlerdir. Ancak insan kompleks bir varlıktır. Her insan birbirinden farklı yeteneklere, ilgilere, beklentilere ve limitlere sahiptir. Örneğin kimisi bireysel çalışmaktan hoşlanırken, kimisi takım içinde yürütülen işlerde başarılı olabilir, kimisi gelişime açıkken, kimisi olmayabilir. Buna bağlı olarak, şirketler, kademesi ne olursa olsun çalışan seçiminde çok dikkatli olmakta, beklentilerini karşılayabilecek çalışanlara sahip olmak için yoğun olarak çalışmaktadır.

Hızla değişen çevresel faktörler, giderek karmaşıklaşan görev ve sorumluluklar, çalışanların kendi başına sorunlara etkin çözümler bulmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle günümüzde şirketler etkin iletişim becerisine sahip, karşısındaki kişiye güven veren ve biz bilincini paylaşan çalışanlara daha fazla ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle bireysel çabaların tek başına bir anlam ifade etmeyeceği düşünülerek çalışanlardan takım çalışmasına yatkınlık beklenmektedir. Günümüzün rekabet ortamında ayakta kalabilmek adına değişimleri kavramak ve bu değişimlere ayak uydurmak önemlidir. Bu nedenle işe alım süreçlerinde potansiyel çalışanlar takım çalışması yetkinliği konusunda ciddi değerlendirilmelere tabi tutulmaktadır.

Takım halinde çalışmak, insanların birbirlerini dinlemelerini, bilgilerini paylaşmalarını, karşılıklı fikir alışverişinde bulunmalarını ve güven oluşturmalarını sağlar.

Sonuç odaklı olup başarılı projeler gerçekleştirebilmek adına yapılması gereken ilk adım iyi bir ekibin kurulmasıdır. İyi kurulan bir ekipte çalışmak performans ve motivasyon artışını sağlayarak, verimliliğin, kalitenin, sistem anlayışının, iletişimin, örgütsel sinerjinin ve rekabet gücünün artmasına olanak sağlar.

Ancak bu iyi takımları oluşturmak her zaman çok kolay olmamaktadır. Bu noktada optimum düzeyde fayda sağlanabilecek takımların oluşturulmasında birden fazla amaca

hizmet eden, kendi içinde kısıtları ve beklentileri olan bir matematiksel modelden faydalanılabilir. Etkili bir takım oluşturulması hedefi doğrultusunda projelerin ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli yetkinliklerin ortaya koyulması böyle bir modelin girdisi olarak düşünülürse, eldeki kaynakların beklentiyi karşılayacak düzeyde projelere atanması da çıktıyı oluşturur.

Takım oluşturma her sektörde karşılaşılan bir problemdir. Üniversiteler de bu tür problemleri yaşayan kurumlar arasındadır. Bu nedenle ele alınan problemin uygulaması Uludağ Üniversitesi - Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde yapılmıştır. Uludağ Üniversitesi - Endüstri Mühendisliği Bölümü'nde, her yıl mezuniyet aşamasına gelen öğrencilerinin lisans tezlerini gerçekleştirmeleri adına çeşitli projelerde görev almaları konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Çeşitli firmalar ile iletişim kurularak, üniversite - sanayi iş birliğini gerçekleştirerek, öğrencilerinin gerçek hayat problemleri ile karşılaşip uygun çözüm yaklaşımları geliştirmelerine olanak sağlayacak projeler belirlenmektedir. Firmaların ihtiyaçlarından ortaya çıkan projelere tez aşamasında olan öğrenciler atanır. Ancak atama işlemi sırasında dikkate alınması gereken birden fazla parametrenin olması sebebiyle öğrenci - proje eşleşmesi bu eşleştirmeyi yapan insan kaynağı açısından oldukça zaman alıcı ve zor olmaktadır. Üstelik manuel olarak yapılan atama işlemi sebebiyle, tüm koşulları sağlayan bir çözüme ulaşmak da pek mümkün olamayabilmektedir. Bunun sonucunda, proje grupları ne yazık ki her zaman beklentiyi karşılayamamakta, akademik danışmanlardan gerekli destek alınamamaktadır. Bu durum ise öğrencilerin motivasyonunu ve başarısını düşürmekle kalmayıp, projelerin başarı ile sonuçlanmasına da engel olabilmektedir. Firmanın beklentilerini, öğrenci taleplerini ve proje ihtiyaçlarını karşılayan en iyi çözümü bulmak için yapılan çalışmalarda, bu amaç için geliştirilecek bir model kullanımının uygun olacağı görülmektedir.

2. KAYNAK TARAMASI

Firmalar sürekli gelişmek, büyümek ve hedeflerine ulaşmak için çeşitli projeler planlayarak hayata geçirmek için çalışırlar. Bir projenin başarılı sonuçlanmasını etkileyen en önemli parametrelerden biri o projenin gereklerine uygun, yeterli yetkinliklere sahip kişilerden oluşan ekipler kurmaktır. Bu ekiplerin üyeleri sahip oldukları farklı beceri, görüş ve yaratıcılıklarını birleştirerek etkin bir biçimde hedeflerine ulaşmak için çalışırlar. Bu nedenle son günlerde takım çalışması kavramı çok disiplinli takımların endüstride karışık problemlerin üstesinden gelmeleri adına gittikçe önem kazanmaktadır (Borges ve ark. 2009).

Bir ekipte olması gereken özellikler neler, hangi parametreler göz önünde bulundurulmalı, hangi strateji ile grup oluşturulmalı gibi sorulara yanıt bulabilmek için literatür araştırılması yapılmıştır. Literatürde öğrenciler için kısaca tartışılan birkaç olası grup atama stratejisi vardır (Borges ve ark. 2009). Blowers (2003), yapmış olduğu bir çalışmada grup seçimi için kullanılan bazı stratejileri anlatmıştır.

2.1. Rassal Grup Seçimi Yöntemi

Basit yöntemlerden biri rassal olarak gruplara atama yapılmasıdır (Smith 1989, Thomas ve ark. 2001). Bu yöntem öğrencilerin alfabetik olarak sıralanması, öğrencilere rassal olarak numara verilmesi ya da oturdukları yere göre atanması gibi örnekleri içermektedir. Bu yöntemin avantajı atama yapılırken hiçbir plana gerek olmamasıdır. Ayrıca kullanımı kolay olduğu için ve adil görüldüğü için oldukça caziptir (Bacon ve ark. 2001). Yöntemin eksikliği ise öğrenci farklılıklarını dikkate almayıp tamamen rassal olarak atama yapmasıdır. Bu durum gerekli yetkinlikten yoksun ve dengesiz grupların oluşması ile sonuçlanmaktadır. Bu nedenle grup oluşturulmasında başarılı bir yöntem değildir (Blowers 2003).

2.2. Rassal Olmayan Grup Seçimi Yöntemi

Jhonson ve Smith (1991) tarafından yapılmış olan araştırmaya göre okul çalışmalarındaki projelerde genelde birkaç kriter dikkate alınarak çalışma grupları rassal olmayan bir yöntem ile oluşturulmaktadır. Okullarda proje ekiplerinin oluşturulmasında dikkate alınan kriter genellikle not bazlı olup, yüksek notlu öğrencilerin düşük notlu öğrencilerle veya yüksek notlu öğrencilerin yüksek notlu öğrencilerle eşleştirilmesidir (Kunkel ve Shafer 1997). Blowers'a (2003) göre bu yöntemi kullanmak gruplar arası motivasyon problemlerine yol açmaktadır. Yüksek notlu öğrencilerin yüksek notlu öğrencilerle aynı grupta olması hem geride kalan düşük notlu öğrenciler için hem de yüksek notlu öğrenciler için motivasyon kaybına sebep olmaktadır. Çünkü düşük notlu öğrenciler ne kadar uğraşsalar da asla diğer yüksek notlu öğrencilerden oluşan gruplar kadar başarılı sonuç elde edemeyeceklerini ve onlarla asla yarışamayacaklarını düşünürken, yüksek notlu öğrenciler de düşük notlu öğrencilerden oluşan gruplara karşı zaten üstün olduklarını ve başarılı olmak için ekstra çaba harcamalarına gerek olmadığını düşünürler. Bir diğer motivasyon problemine sebep olan durum takım üyelerinin bazen kendi yeteneklerinin, özelliklerinin ya da çabalarının takımın başarısı için kritik olmadığını düşünmeleridir. Böyle düşündüklerinde takım içinde yeterince çaba harcamazlar (Comer 1995). Katzenbach ve Smith (1993) insanların yetkinliklerine ve takıma getirecekleri potansiyel becerilere dayanarak takımlara atanmasını önermiştir.

Rassal olmayan yöntemlerden bir diğeri öğrencilerin kendi gruplarını kendilerinin belirlemesidir. Bu yöntemle oluşturulan gruplar birbirini tercih eden öğrencilerden oluşacağından grup içi uyum ve motivasyon yüksek olacaktır (Saraç ve Özçelik 2012). Ancak Blowers (2003) bu yöntemden mümkün olduğunca kaçınılması gerektiğini vurgulamıştır. Çünkü sadece arkadaşlık ilişkileri dikkate alınarak oluşturulan grupların dengesiz olma ihtimali çok yüksektir. Ayrıca her öğrencinin karakteri birbirinden farklıdır. Kimisi çok içine kapanık, sakin ve sessizken diğerleri oldukça popüler geniş çevreli ve dışa dönük olabilirler. Bu durumda öğrenciler yukarıda bahsedilen yüksek notlu öğrencilerden oluşan grup ile düşük notlu öğrencilerden oluşan grupların yaşadığı motivasyon kayıplarını yaşayabilirler. Örneğin içine kapanık öğrencilerden oluşan bir grupta yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar iyi ifade edilemeyebilir ve iletişim

sorunları yaşanabilir. Diğer gruptaki öğrenciler de fazla özgüvenli davranarak çalışmalarında gerekli çabayı göstermeyebilirler. Böylece gruplar arası denge söz konusu olmayabilir.

Metheny ve Metheny (1997) tarafından yapılan çalışmaya göre öğrenciler matematiksel yetkinliğine, insan ilişkilerine ve iletişim becerilerine göre karışık olarak gruplanmış ve kendilerinden daha büyük olan tecrübeli öğrencilerden biriyle bir araya getirilmişlerdir. Böyle bir gruplama yöntemi birden fazla parametre dikkate alındığı için başarılı olabilir.

Ayrıca çalışma hayatında çok nadir olarak çalışanlar içinde bulunacakları proje ekiplerini kendileri belirlemektedir. Genellikle projelerin başarı ile sonuçlanması için o projede çalışması gereken kişileri yönetici birkaç parametreyi dikkate alarak kendi seçer (Blowers 2003).

Luis ve ark. (2009) tarafından yapılmış bir çalışmaya göre üniversitelerde ders ve laboratuvar gruplarının çizelgelenmesi her yıl karşılaşılan bir problem olarak ele alınmış ve genetik bir algoritma ile bu problem çözülmeye çalışılmıştır.

Bazı çalışmalarda önceden tanımlanan projeler üzerinde tercih yapılarak atama yapıldığı saptanmıştır (Delson 2001, Wesner ve ark. 2001). Öğrenciler projelerin amaçlarına göre tercih yaparken, öğretmenler bu tercihlere göre takımları dengeli olarak oluşturmaktadır (Borges ve ark. 2009).

Ayrıca Abrami ve ark. (1995) yaptıkları bir çalışmada, öğretmenlerin öğrencilerin özelliklerine odaklanıp araştırarak, özel karakteristiklerine göre karışık gruplama yaptığından bahsetmişlerdir.

Pardoe (2006) tarafından yapılan çalışmada, grup farklılığından ödün vermeksizin çok benzer özelliklere sahip üyelerden oluşan ve ortak çalışma zamanlarını dikkate alan bir gruplama metodu amaçlanmıştır. Huxland ve Land'ın (2000) yapmış olduğu çalışmada ise öğrencilerin öğrenme stillerinin anket ile değerlendirildiği yeni bir gruplama yöntemi anlatılmıştır.

İş hayatı takım çalışmasına yatkın öğrencilerin yetiştirilmesi için eğitim kurumlarının daha yüksek seviyede olmaları ihtiyacını yaratmaktadır (Bianey ve ark. 2004). Okullar

da bu beklentiyi sağlamak adına öğrencilere çeşitli projeler, ödevler vererek takım içinde çalışmalarını için gerekli alt yapıyı hazırlamaktadır. Bu nedenle literatürde takım oluşturmayla ilgili olarak genelde okullar ve öğrenciler hakkında örnekler anlatılmıştır. Takım çalışması öğrencilerin teknik korkularının üstesinden gelmesini sağlarken, bugünün rekabet ortamındaki iş yaşamına da hazırlamaktadır (Metheny ve Metheny 1997).

Takım çalışmalarının yapıldığı tek yer okullar değildir. İş hayatında da gerçek problemlerin çözülmesinin arkasında güçlü takım çalışmaları yatmaktadır. Bununla ilgili olarak da literatürde örnek çalışmalar yapılmıştır. Çalışanlar teknolojiye bağlı şirketler için en önemli değerlerdir ve her çalışan bireysel olarak farklı yetkinliklere, ilgilere, beklentilere ve kapasitelere sahiptir (Naveh ve ark. 2007). Dolayısıyla takımlarda yer alacak adayların değerlendirilmesi, projeler ve projelere karşılık gelen ölçütler için adaylardan beklenen yeteneklerin tanımlanması ile gerçekleştirilir (Wi ve ark. 2009). Takım oluşturma parametreleri kişisel beceri ve özellik ile sınırlandırılmaz (Askin ve Sodhi 1974). Güçlü takım yaratmada teknik bilgi, takım çalışması ve yönetim becerileri de iş gücü arasında geliştirilmelidir (Fitzpatrick ve Askin 2005). Bozbura, F. ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada ekip üyeliği için adayların yetenek, stratejik uyum, kültürel ilişki, yönetim bilgisi ve liderlik bilgisi olmak üzere beş ana özelliğe göre değerlendirilmesini önermişlerdir. Pattersan (1991) ise proje yöneticilerinin değerlendirilmesinde dikkate alınması gereken özelliklerden bahsetmiştir. Bu özellikler problem çözme becerisi, yönetim, idare, proje takım yönetimi ve kişiler arası ilişkilerdir. Meredith ve Mantel'e (2002) göre bu özellikler teknik deneyim, iletişim, takım oluşturma, liderlik ve koordinasyon olarak tanımlanmıştır.

Projelerin takım üyeleri seçiminde kullanılan modeller, geçmiş organizasyon verilerinin dikkate alınarak çalışanların performans tahmini ile seçildiği modeller ve proje beklentilerini karşılayan kişilerin seçildiği modeller olmak üzere iki kategoriye ayrılabilir (Wi ve ark. 2009).

Bunların yanında, Norman ve ark. (2002) çalışmalarında teknik ve insani becerileri dikkate alan karma tamsayı bir model ile işçi - iş atamalarını gerçekleştirmişlerdir.

2.3. Tamsayılı Programlama

Tamsayılı programlama modelleri saf, karışık ve ikili tamsayılı programlama modelleri gibi çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir (Winston 2003).

Bütün değişkenlerin tam sayı olduğu tanımlanan modeller saf tam sayılı programlama olarak tanımlanır. Örneğin;

$$\max z = 3x_1 + 2x_2 \quad (2.1)$$

$$x_1 + x_2 \leq 6 \quad (2.2)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (2.3)$$

$$x_1, x_2 \in Z \quad (2.4)$$

Bazı değişkenlerin tam sayı olarak tanımlandığı modellere karışık tam sayılı modeller denir. Örneğin;

$$\max z = 3x_1 + 2x_2 \quad (2.5)$$

$$x_1 + x_2 \leq 6 \quad (2.6)$$

$$x_1, x_2 \geq 0 \quad (2.7)$$

$$x_1 \in Z \quad (2.8)$$

Bütün değişkenlerin 1 veya 0'a eşit olduğu modeller ise ikili (1-0) tam sayılı modeller olarak adlandırılır. Örneğin;

$$\max z = x_1 - x_2 \quad (2.9)$$

$$x_1 + x_2 \leq 6 \quad (2.10)$$

$$x_1 + 2x_2 \leq 2 \quad (2.11)$$

$$2x_1 - x_2 \leq 1 \quad (2.12)$$

$$x_1, x_2 \in \{1,0\} \quad (2.13)$$

2.3. Hedef Programlama

Global ekonominin, kollektif faaliyetlerin ve rekabet şartlarının sürekli artması karar verme sistemlerini zorlamaktadır. Bu üç farklı faktörün kombinasyonu bir yandan karar verme merkezlerinin sayısını artırırken diğer yandan daha şeffaf, daha demokratik ve daha rekabetçi ilişkilerin doğasında büyük değişikliklere sebep olmaktadır (Aouni and Kettani 2001).

İyi ekipler oluşturmak her zaman çok kolay olmamaktadır. Çünkü bu durum bir seçenek kümesi içinden en az bir amaç veya ölçüte göre en uygun seçeneğin seçilmesi olarak bilinen karar problemi olarak düşünülebilir. Karar verme, mevcut tüm seçenekler arasından amaç veya amaçlara en uygun, bir veya birkaçını seçme sürecidir (Alp 2008). Buna göre bir karar probleminin elemanlarını karar verici, seçenekler, kriterler, sonuçlar, çevre ve karar vericinin öncelikleri oluşturur (Dağdeviren ve Eren 2001). Ayrıca karar aşamasında karar verici tarafından bilimsel ölçütlerin dikkate alınması daha iyi karar verilmesini sağlar (Zahedi 1987). Böyle durumlar için gerçek hayat problemleri düşünüldüğünde en iyiye ulaşmanın yolu bir veya birden fazla amaca hizmet eden çözümlerin elde edilmesidir.

Bu noktada literatürde hedef programlama (HP) olarak bilinen çözüm yöntemi oldukça işe yaramaktadır. HP çok amaçlı karar verme yöntemlerini ölçmek için geliştirilen modellerden biridir. Bu model, karar vericinin bir grup olası çözüm alanından en iyi çözümü bulurken, bir çok amacı hesaba katmasını esas alır (Aouni ve Kettani 2001). HP'nin ilk tanımı Charnes ve Cooper (1957) tarafından yapılmıştır. Modelin ilk çıkışı ise 1955 yılında Charnes ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmaya dayanır. Literatürde 1970'lerin ortalarından sonra HP uygulamalarının sayısı artmıştır. Lee (1972) ve Ignizio'nun (1976) çalışmaları ile birlikte HP uygulamalarının ve teknik gelişmelerinin artışı öne çıkmıştır. Ayrıca Jones ve ark. (2002) tarafından 115 makale

incelenerek yapılan çalışmaya göre, kullanılan çok amaçlı karar verme tekniklerinin % 7'sini hedef programlamanın oluşturduğu görülmektedir.

Hedef programlamada amaç, hedef değerlerinden istenmeyen yöndeki sapmaları en küçükmektir. Dolayısıyla amaç fonksiyonu, tüm başarı fonksiyonlarının bir öncelik seviyesi ağırlığına göre toplamları şeklinde yazılan fonksiyondur. Hedef programlamada pozitif sapma değişkeni d^+ hedefin ne kadar aşıldığını gösterirken negatif sapma değişkeni d^- hedefin ne kadar altında kaldığını gösteren değişkenlerdir.

Çok amaçlı karar verme kapsamında, karar alıcı büyük problemleri anlayarak, çözüme ulaşabilir ve çözüm karar alıcının kendi tercih durumu ile tutarlı hareket etmesi halinde kendi alternatiflerini sunabilir (Turanlı ve Köse 2005).

HP günümüzde en yaygın kullanılan çok ölçütlü karar verme tekniklerinden biridir. Tamiz ve ark (1998) tarafından yapılan çalışmalarda daha etkili uygulama alanlarının olduğunu ortaya koyulmuştur.

HP'nin avantajları karar verme sürecinde çok sayıda amacı, hedefi birleştirmeye izin vermesi ve hiçbir hedef gerçekleşebilir olmasa bile, her zaman bir çözüm sağlamasıdır. Dezavantajı ise, çözümlenmede bulunan sonucun karar verici tarafından doyurucu bulunmasını her zaman garanti edememesidir (Alp 2008).

2.4. Atama Modeli

Atama problemi doğrusal programlama problemlerinin özel bir türüdür. Atama problemi, belirli adet kaynağın maliyeti en küçükleyecek şekilde belirli adet hedefe atandığı problem türüdür. Problemin matematiksel modeli aşağıdaki gibidir. (Bakır ve Altunkaynak 2003)

- İndisler

$i = 1, \dots, m$: işçi

$j = 1, \dots, m$: iş

- Parametreler

c_{ij} : i işçisinin j işine atanma maliyeti

- Karar Değişkenleri

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & i \text{ işçisi } j \text{ işine atanırsa} \\ 0, & \text{d. d.} \end{cases}$$

- Kısıtlar

Kısıt 2.14 1 işe sadece 1 işçinin atanmasını sağlarken, kısıt 2.15 her işçinin sadece 1 işe atanmasını sağlamaktadır (Güngör 2003).

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = 1, \quad \forall j \quad (2.14)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad \forall i \quad (2.15)$$

- Amaç Fonksiyonu

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.16)$$

Burada amaç minimum maliyeti veren atama işleminin yapılmasıdır.

Atama problemi, ulaştırma probleminin özel bir durumudur. Buna rağmen, ulaştırma problemini çözmek için kullanılan simpleks yöntemi atama problemi için etkin bir yöntem değildir (Berberler ve ark. 2012). Bunun yerine probleme uygun olarak Kuhn tarafından 1955’te geliştirilen Macar Algoritması, bu tür atama modellerini çözmek için kullanılan en iyi algoritmalarından biridir. (Kara, 2000; Tütek ve Gümüsoğlu 2000). Bu algoritma belki de en iyi bilinen, en çok kullanılan ve hakkında en çok araştırma yapılan atama problemi yöntemidir (Balinski ve Gomory 1964).

Macar Algoritmasının adımları şöyledir (Kuhn 1955):

Adım 1. $n \times n$ boyutlu C_{ij} (C_{ij} : i . işçiyi j . işe atamanın maliyeti) maliyet matrisinin her bir satırındaki en küçük eleman bulunur. Bu değerler kendisine karşılık gelen satırlardaki her bir maliyetten çıkarılarak yeni bir matris oluşturulur. Yeni matriste bu defa her bir sütunun en küçük değeri kendisine karşılık gelen sütunlardaki maliyet değerlerinden çıkarılır. Böylece indirgenmiş maliyet matrisi elde edilir.

Adım 2. İndirgenmiş maliyet matrisinde yer alan sıfır değerli hücrelerin tümünden geçecek şekilde en az sayıda yatay ve dikey çizgiler çizilir. Eğer tüm sıfır değerlerini örtecek şekilde n sayıda çizgi çizilmişse, örtülmüş sıfırlar arasında en iyi çözüm mevcuttur. Yani her doğru üzerinde sıfır değerli hücreler esas alınarak, her i için yalnız bir j olmak üzere, en iyi çözüme karşı gelen değerler yazılıp, eniyi çözüm bulunur. Aksi durumda sonraki adım olan Adım 3'e geçilir.

Adım 3. Bu durumda çizgi ile örtülmeyen en küçük eleman bulunur. Bu değer indirgenmiş maliyet matrisindeki örtülmemiş elemanlardan çıkarılır ve iki çizgi ile örtülmüş elemanlara eklenerek Adım 2'ye dönülür.

Literatürde Macar algoritmasının birçok çeşidi görülmektedir (Flood ve Merrill 1956, Ford ve ark. 1957, Munkres ve James 1957).

Ancak Macar algoritması çok kullanışlı bir yöntem değildir. Çünkü iyi algoritmaların etkin oldukları kadar basit ve kolay programlanabilir olmaları da gerekir. Macar algoritmasının adımında maliyet matrisinde bulunan sıfırları örten çizgilerin çizilmesi işlemi bunu engellemektedir. Fakat literatürde bu konuda birçok çalışmalar yapılmaktadır (Berberler ve ark. 2012).

2.5. Taşıma Modeli

Taşıma modelinde m adet arz noktası, n adet talep noktası bulunmaktadır. Arz noktası i için arz, s_i ; talep noktası j için talep, d_j olarak tanımlanır (Winston 2003). Her parçanın arz noktası i 'den talep noktası j 'ye taşınmasının maliyeti ise c_{ij} olarak tanımlanır.

x_{ij} = arz noktası i 'den talep noktası j 'ye taşınan adet sayısı, $i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$

$$\min z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (2.17)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq s_i, \quad \forall i \quad (2.18)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq d_j, \quad \forall j \quad (2.19)$$

$$x_{ij} \geq 0, \quad \forall i, j \quad (2.20)$$

Eğer toplam arz sayısı toplam talebe eşit ise bu durum dengeli taşıma problemi olarak

tanımlanır ($\sum_{i=1}^m s_i = \sum_{j=1}^n d_j$) ve çözülmesi çok daha kolaydır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Başarılı projelerin arkasında daima iyi bir ekip çalışması vardır. Bu nedenle proje ekibinde yer alacak kişileri belirlemek projelere başlamadan önce yapılması gereken en önemli adımlardan biridir. Ancak bir takımı oluştururken göz önünde bulundurulması gereken birden fazla parametre olduğu ve bu parametrelerin koşuldan koşula değişebileceği unutulmamalıdır. Mevcut proje hedefleri doğrultusunda ilerleyebilmek adına gerekli yetkinliklerin açık ve net olarak ortaya koyulması, iyi bir takımın oluşturulması sırasında kullanılacak öncelikli girdiler olarak düşünülebilir. Bunun gibi girdiler göz önüne alınarak oluşturulan takımlarda başarı düzeyi artacak, hedefe ulaşmak o denli kolay olacaktır.

3.1. Materyal

Gerçekleştirilecek projelerin başarı ile ilerlemesi için iyi bir takım olmak çok önemlidir. Ancak bu iyi takımları oluşturmak her zaman çok kolay olmamaktadır. Bu noktada optimum düzeyde fayda sağlanabilecek takımların oluşturulmasında birden fazla amaca hizmet eden, kendi içinde kısıtları ve beklentileri olan bir matematiksel modelden faydalanılabilir. Etkili bir takım oluşturulması hedefi doğrultusunda projelerin ihtiyaçlarının belirlenmesi ve bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için gerekli yetkinliklerin ortaya koyulması modelin girdisini, eldeki kaynakların beklentiyi karşılayacak düzeyde projelere atanması da çıktıyı oluşturur. Yapılan bu çalışmada hedef programlama, tam sayılı programlama, atama modeli ve taşıma modelinden faydalanılmıştır.

3.2. Yöntem

Mevcut sistemde etkili ve etkin çözümler elde etmek için HP kullanılmıştır. Problem iki aşamada çözülmüştür. İlk aşamada öğrenciler mevcuttaki projelere atanmıştır, ardından farklı bir model kurularak akademik danışmanların projelere atanması gerçekleştirilmiştir.

Ancak bazı durumlarda çeşitli sebeplerden dolayı atama yapılmış projeler iptal edilebilmekte ve bunun sonucunda yeni bir atama çalışmasına gidilmek durumunda kalmaktadır. Yapılan bu çalışmada analiz edilen verilerde bu durum ile karşılaşılmıştır. Mevcut durumda ulaşılan sonuçlar ile matematiksel modelin çalıştırılması ile elde edilen sonuçların karşılaştırılabilmesi için, gerçek durumun verilerine göre hareket edilmiştir. Öncelikle mevcut tüm projeler için model çözdürülmüştür ve ideal durum olarak değerlendirilmiştir. Ardından iptal edilen projeler verilerden çıkartılarak model çözdürülmüştür ve gerçek durum olarak değerlendirilmiştir. Elde edilen ideal ve gerçek durum sonuçları mevcut durumda elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Bir sonraki aşama olarak gerçek durum için farklı bir çözüm yaklaşımı geliştirilmiştir. Bunun için literatürde taşıma modeli olarak adlandırılan matematiksel model kullanılmıştır.

3.2.1. Projelere öğrenci atamaları için çözüm yaklaşımı - HP Modeli 1

Çözüm yaklaşımının ilk aşaması olan projelere öğrenci atamalarının gerçekleştirilmesi için çözüme girdi oluşturacak parametreler araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda ideal durumda en iyi proje gruplarının hangi özelliklere sahip olması gerektiği belirlenmiştir. Bu özellikler baz alınarak mevcut durumdaki öğrencilere ve projelere ait veri toplama işlemi yapılmıştır.

İlk olarak öğrencilerin tercih durumları dikkate alınmıştır. Bu bağlamda öğrencilerin yapmış oldukları tercih formları incelenip modelde kullanılacak şekilde

düzenlenmiştir ve Ek 1’de verilen öğrenci - proje tercih matrisi oluşturulmuştur. Bu matris oluşturulurken öğrencilerin ilk tercihlerine 1 son tercihlerine 5 değeri, geri kalan tercih etmedikleri tüm projelere 6 değeri verilmiştir. Çünkü amaç fonksiyonda öğrencilerin tercih düzeylerinin minimum olması istenmiştir.

Ardından mevcuttaki proje sayısı ile öğrenci sayıları dikkate alınarak gruplarda olması beklenen ortalama öğrenci sayısı belirlenmiştir. Bu iki kritere öğrencilerin not ortalamaları, yabancı dil bilgileri, bilgisayar programlama bilgileri, MS Excel bilgileri ve MS Access bilgileri de eklenerek yukarıda matematiksel modele dönüştürülen kısıtları olabildiğince sağlayacak atamalar yapılmak için çalışılmıştır. Ek 2’de sırası ile öğrencilerin not ortalaması, yabancı dil notu, bilgisayar programlama, MS Excel ve MS Access bilgileri görülmektedir.

Sonuç olarak ideal durumda mevcut projeler dikkate alındığında toplamda 7 kriter açısından değerlendirme yapıldığı bilinen atama işlemi sırasında, gecikmelerin olduğu, üstelik tüm beklentileri karşılamayan grupların oluşturulduğu ve yeterli verimin alınmadığı çalışmaların ortaya çıktığı gözlenmiştir. Bu nedenle daha kısa zamanda daha iyi sonuçlar elde edilip optimale ulaşmak için bir matematiksel model geliştirilmesi önerilmektedir. Bu doğrultuda sağlıklı sonuçlara ulaşabilmek adına tüm değerlendirme kriterleri, detaylı olarak analiz edilerek olması gerekenler ile mevcut durum arasında karşılaştırmalar yapılmıştır.

Matematiksel modelde kullanmak adına ilk olarak 7 farklı kriter açısından değerlendirilmeler yapılarak hedefler belirlenmiştir. Bu kriterler detaylı olarak aşağıda anlatılmıştır.

- Kriter 1: Proje gruplarındaki öğrenci sayısı: Gruplar arası iş yükü dengesi için her proje grubunda belirli sayıda öğrenci bulunmalıdır.
- Kriter 2: Proje gruplarındaki öğrencilerin genel akademik not ortalaması (GANO): Gruplar arası not ortalaması dengesizliği olmaması için her proje grubunun not ortalaması ortalama bir değerde olmalıdır.
- Kriter 3: Proje gruplarındaki öğrencilerin yabancı dil (YD) bilgisi: Gruplar arası yabancı dil bilgisi dengesizliği olmaması için her proje grubunun yabancı dil bilgisi notu belirli bir seviyenin üzerinde olmalıdır.

- Kriter 4: Proje gruplarındaki öğrencilerin bilgisayar programlama (BP) bilgisi: Projelerin başarı ile ilerlemesi için her grupta bilgisayar programlama bilgisi yeterli olan en az bir öğrenci olmalıdır.
- Kriter 5: Proje gruplarındaki öğrencilerin ‘MS Excel’ bilgisi: Projelerin başarı ile ilerlemesi için her grupta MS Excel bilgisi yeterli olan en az bir öğrenci olmalıdır.
- Kriter 6: Proje gruplarındaki öğrencilerin ‘MS Access’ bilgisi: Projelerin başarı ile ilerlemesi için her grupta MS Access bilgisi yeterli olan en az bir öğrenci olmalıdır.
- Kriter 7: Öğrencilerin tercih önceliğine göre projelere atanması: Öğrencilerin projelerde isteyerek ve mutlu çalışmaları için mümkün olduğunca tercih önceliğine göre projelere atanması sağlanmalıdır.

Yukarıdaki kriterlere göre bir grupta olması gereken özelliklerin belirlenip girdi verileri oluşturulmuştur ve aşağıdaki model üzerinde uygulaması yapılmıştır.

Matematiksel Model – HD 1 : Öğrenci – proje ataması için oluşturulan modeldir.

- İndisler

$i = 1, \dots, n_i$: öğrenciler

$j = 1, \dots, n_j$: projeler

$k = 1, \dots, n_k$: tercihler

T : takım

- Parametreler

p_{ij} : i . öğrencinin j . projeyi tercih sırası

$q_i^{(1)}$: i . öğrencinin not ortalaması

$q_i^{(2)}$: i . öğrencinin YD notu

$$q_i^{(3)} = \begin{cases} 1, & i. \text{ öğrencinin BP bilgisi yeterli ise} \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases}$$

$$q_i^{(4)} = \begin{cases} 1, & i. \text{ öğrencinin MS Excel bilgisi yeterli ise} \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases}$$

$$q_i^{(5)} = \begin{cases} 1, & i. \text{ öğrencinin MS Access bilgisi yeterli ise} \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases}$$

n_s : bir takımda olması istenen öğrenci sayısı

$n_{s-\min}$: bir takımda olması istenen minimum öğrenci sayısı

$n_{s-\max}$: bir takımda olması istenen maksimum öğrenci sayısı

q_T : bir takımda olması istenen not ortalaması

$q_{T-\min}$: bir takımda olması istenen minimum not ortalaması

$q_{T-\max}$: bir takımda olması istenen maksimum not ortalaması

- Karar Değişkenleri

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & i. \text{ öğrenci } j. \text{ projeye } k. \text{ tercihi olarak atanırsa} \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases}$$

- Kısıtlar

Kısıt 3.21 her öğrencinin mutlaka 1 projeye atanmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} = 1, \quad \forall i \quad (3.21)$$

Kısıt 3.22 öğrencilerin olabildiğince en çok tercih ettikleri projelere atanmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.23 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k \in p_{ij}} k x_{ijk} \approx 0, \quad \forall i \quad (3.22)$$

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k \in p_{ij}} k x_{ijk} + d_i^{(-1)} - d_i^{(+1)} = 0, \quad \forall i \quad (3.23)$$

Kısıt 3.24 gruplardaki öğrenci sayısının istenen düzeyde olmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.25 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} \approx n_s, \quad \forall j \quad (3.24)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} + d_j^{(-2)} - d_j^{(+2)} = n_s, \quad \forall j \quad (3.25)$$

Ancak bu kısıtın gruplardaki insan gücünü dengelemesinden dolayı esnek olması çok istenen bir durum değildir. Bu nedenle gruplardaki olması gereken öğrenci sayısı kısıt 3.26'da minimum ($n_{s-\min}$) ve maksimum ($n_{s-\max}$) olarak seviyelendirilmiştir.

$$n_{s-\min} \leq \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} \leq n_{s-\max}, \quad \forall j \quad (3.26)$$

Projelerin başarı ile ilerlemesi için öğrencilerde istenen yetkinlikler gruplara homojen olarak dağılmalıdır. Kısıt 3.27 GANO yetkinliğinin gruplarda olabildiğince dengeli olmasını sağlamaktadır. Olması gereken ortalama GANO ile gerçekleşen ortalama GANO arasındaki farkın olabildiğince az olması istenmektedir. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.28 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(1)} x_{ijk} - \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_T x_{ijk} \approx 0, \quad \forall j \quad (3.27)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(1)} x_{ijk} - \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_T x_{ijk} + d_j^{(-3)} - d_j^{(+3)} = 0, \quad \forall j \quad (3.28)$$

Her proje grubunun olması beklenen ortalama GANO kısıtının daha zorlayıcı olup sapmayı azaltması için, kısıt 3.29'da grupların ortalama GANO'su minimum ($q_{T-\min}$) ve maksimum ($q_{T-\max}$) olarak seviyelendirilmiştir.

$$q_{T-\min} \leq \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(1)} x_{ijk} \leq q_{T-\max}, \quad \forall j \quad (3.29)$$

Aynı şekilde öğrencilerin diğer yetkinlikleri ile ilgili olarak gruplara dengeli dağılımları açısından gerekli kısıtlar oluşturulmuştur. Kısıt 3.30 her grubun belirli seviyede YD bilgisine sahip olması ile ilgilidir. Bu kısıtta öğrencilerin YD not ortalaması her proje için belirli bir değere zorlanmaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.31 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(2)} x_{ijk} - \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_T x_{ijk} \approx 0, \quad \forall j \quad (3.30)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(2)} x_{ijk} - \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_T x_{ijk} + d_j^{(-4)} - d_j^{(+4)} = 0, \quad \forall j \quad (3.31)$$

Kısıt 3.32 her grupta en az 1 öğrencinin BP bilgisinin olmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.33 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(3)} x_{ijk} \approx 1, \quad \forall j \quad (3.32)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(3)} x_{ijk} + d_j^{(-5)} - d_j^{(+5)} = 1, \quad \forall j \quad (3.33)$$

Kısıt 3.34 her grupta en az 1 öğrencinin MS Excel bilgisinin olmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.35 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(4)} x_{ijk} \approx 1, \quad \forall j \quad (3.34)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(4)} x_{ijk} + d_j^{(-6)} - d_j^{(+6)} = 1, \quad \forall j \quad (3.35)$$

Kısıt 3.36 her grupta en az 1 öğrencinin ‘MS Acces’ bilgisinin olmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.37 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(5)} x_{ijk} \approx 1, \quad \forall j \quad (3.36)$$

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} q_i^{(5)} x_{ijk} + d_j^{(-7)} - d_j^{(+7)} = 1, \quad \forall j \quad (3.37)$$

- Amaç Fonksiyonu

$$\begin{aligned} \min z_1(x, d) = & w_1 \left(\sum_{i=1}^{n_i} d_i^{(-1)} + d_i^{(+1)} \right) + w_2 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-2)} + d_j^{(+2)} \right) + \\ & w_3 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-3)} + d_j^{(+3)} \right) + w_4 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-4)} \right) + \\ & w_5 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-5)} \right) + w_6 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-6)} \right) + w_7 \left(\sum_{j=1}^{n_j} d_j^{(-7)} \right) \end{aligned} \quad (3.38)$$

w_u , $u = 1...7$ HP modelindeki amaçların önem derecelerini belirten katsayılardır.

Öğrenci-proje atamasını gerçekleştirecek olan matematiksel modelin oluşturulmasından sonra proje gruplarına destek olacak akademik danışmanların da optimal olarak atamasını sağlayacak matematiksel modelin kurulması için problemin 2. aşamasına geçilmiştir.

3.2.2. Projelere akademik danışman atamaları için çözüm yaklaşımı - HP Modeli 2

Öğrencilerin projelere atanmasının ardından, yapılacak çalışmalarda öğrencilere yol gösterip destek olmaları adına her projeye belirli sayıda akademik danışmanlar atanmaktadır. Bu konuda da her danışmana eşit sayıda proje verilmemesi, danışman tercihlerine çok fazla önem verilmeden atamaların gerçekleşmesi ve buna bağlı olarak öğrencilerin danışmanlık konusunda yeterli verim alamaması gibi bazı sorunlar tespit edilmiştir. Bu sorunların en aza indirilmesi için 2 farklı amaca hizmet eden bir matematiksel model oluşturulmaya karar verilmiştir. Modelin oluşturulması sırasında çözüm için girdi oluşturacak bir takım veriler gözden geçirilerek düzenlemeler yapılmıştır.

İlk olarak mevcuttaki tüm projeler için akademik danışmanların yapmış olduğu tercih formları incelenerek Ek 3'te gösterilen akademik danışman - proje tercih matrisi oluşturulmuştur. Bu matris oluşturulurken akademik danışmanların ilk tercihlerine 1 son tercihlerine 10 değeri, geri kalan tercih etmedikleri tüm projelere 11 değeri verilmiştir.

İkinci olarak mevcuttaki proje sayısı ve akademik danışman sayısı dikkate alınarak bir akademik danışmana atanması gereken ortalama proje sayısı belirlenmiştir.

Yukarıda belirtildiği gibi akademik danışman – proje ataması işlemi için 2 kriter dikkate alınmıştır.

- Kriter 1: Akademik danışmanların en fazla tercih ettikleri projelere atanması
- Kriter 2: Her bir danışmana atanan proje sayısının dengeli olması

Yukarıdaki kriterlere göre girdi verileri oluşturulmuştur ve aşağıdaki model üzerinde uygulaması yapılmıştır.

Matematiksel Model – HP 2: Akademik danışman – proje ataması için oluşturulan modeldir.

- İndisler

$i = 1, \dots, n_i$: akademik danışman

$j = 1, \dots, n_j$: proje

$k = 1 \dots n_k \leq \{\min n_i, n_j\}$: tercihler

- Parametreler

p_{ij} : i . akademik danışmanın j . projeyi tercih sırası

n_P : bir takımında olması istenen akademik danışman sayısı

n_T : bir akademik danışmanda olması istenen proje sayısı

- Karar Değişkeni

$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & i. \text{ akademik danışman } j. \text{ projeye } k. \text{ tercihi olarak atanırsa} \\ 0, & \text{d.d.} \end{cases}$

Kısıt 3.39 her projeye istenilen sayıda (n_P) akademik danışmanın atanmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{i=1}^{n_i} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} = n_p, \quad \forall j \quad (3.39)$$

Kısıt 3.40 her projeye atanan akademik danışmanın birbirinden farklı olmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} \leq 1, \quad \forall i, j \quad (3.40)$$

Kısıt 3.41 akademik danışmanların olabildiğince en çok tercih ettikleri projelere atanmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.42 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k \in p_{ij}} kx_{ijk} \approx 0, \quad \forall i \quad (3.41)$$

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k \in p_{ij}} kx_{ijk} + d_i^{(-1)} - d_i^{(+1)} = 0, \quad \forall i \quad (3.42)$$

Kısıt 3.43 her akademik danışmana atanan proje sayılarının istenen düzeyde olmasını sağlamaktadır. Bu kısıta sapma değişkenleri eklenerek 3.44 numaralı denkleme dönüştürülmüştür.

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} \approx n_T, \quad \forall i \quad (3.43)$$

$$\sum_{j=1}^{n_j} \sum_{k=1}^{n_k} x_{ijk} + d_i^{(-2)} - d_i^{(+2)} = n_T, \quad \forall i \quad (3.44)$$

- Amaç Fonksiyonu

$$\min z_2(x, d) = w_1 \left(\sum_{i=1}^{n_i} d_i^{(-1)} + d_i^{(+1)} \right) + w_2 \left(\sum_{i=1}^{n_i} d_i^{(-2)} + d_i^{(+2)} \right) \quad (3.45)$$

w_1 ve w_2 2 farklı hedefin önem derecesini belirten katsayılardır.

Matematiksel modellerin çalıştırılması ile elde edilen sonuçların ardından gerçek duruma karşılık gelen, alternatif yeni bir çözüm yolu geliştirilmiştir.

3.2.3. Projelere öğrenci atamaları için çözüm yaklaşımı – Taşıma Modeli 1

İdeal durumda beklenen, hiçbir projenin iptal olmamasıdır. Fakat gerçek hayatta çeşitli sebeplerden dolayı sapmalar gerçekleşebilmektedir. Böyle bir durumda ilk akla gelen modeldeki verilerin düzenlenip tekrar çözdürülmesi olmaktadır. Bunun için veriler düzenlenip HP modeli baştan çözdürülmüştür. Fakat verilerin tekrar düzenlenmesinin ve HP modelinin en baştan çalıştırılmasının zaman alıcı olması sebebiyle böyle bir durumda uygulanabilecek alternatif ikinci bir çözüm yolu geliştirilmiştir. Bu amaçla mevcut problem taşıma modeli olarak uyarlanmıştır. Taşıma modelinde her kaynak noktası (öğrenciler) sabit sayıda ürün arz ederken her hedef noktası (projeler) da sabit sayıda talepte bulunmaktadır. Genel taşıma problemlerinde amaç toplam taşıma maliyetini minimize etmektir.

Matematiksel Model – Taşıma Modeli 1: Öğrenci – proje ataması için oluşturulan modeldir.

- İndisler

$i = 1, \dots, n_i$: öğrenciler

$j = 1, \dots, n_j$: projeler

- Parametreler

c_{ij} : i . öğrencinin j . proje için maliyeti

s_i : i . öğrencinin arz sayısı

d_j : j . projenin talep sayısı

m : boşta kalan öğrenci sayısı

n : aday proje sayısı

- Karar Değişkeni

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & i. \text{ öğrenci } j. \text{ projeye atanırsa} \\ 0, & \text{d.d} \end{cases}$$

- Kısıtlar

Kısıt 3.46 her öğrencinin arz sayısı kadar talebi karşılmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = s_i, \quad \forall i \quad (3.46)$$

Kısıt 3.47 aday projelere talebi kadar öğrenci atanmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j, \quad \forall j \quad (3.47)$$

- Amaç Fonksiyonu

$$\min z = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.48)$$

c_{ij} 'nin hesaplanma adımları:

- 1- İdeal durumun HP Modeli ile elde edilen çözümünde en az başarıya ulaşılan kriter seçilir.
- 2- Bu kriterin olası tüm durumları belirlenir.
- 3- Olası durumlar içinde atama yapılması en uygun olan koşula en az maliyet değeri olarak 1 verilir.
- 4- Kriter içindeki diğer olası durumlar için uygunluk durumuna bakılarak maliyet değerleri 1'er birim artırılır ve tüm olasılıklara karşılık gelen maliyetler oluşturulur.

- 5- Bir sonraki kritere geçişte diğer kritere olan farkı belirlemek için mevcut en düşük maliyet değeri 2 katı alınarak ilgili kriterin en az maliyetli durumuna geçiş yapılır.
- 6- Kriterin diğer olası durumları için uygunluk durumuna bakılarak kriter içinde maliyetler 1'er birim artırılır ve tüm olası durumlar için maliyetler oluşturulur.
- 7- Yukarıdaki adımlar tüm kriterlerin olası durumları tamamlanıncaya kadar sürdürülür.
- 8- Olası durumlara bağlı olarak elde edilen maliyetler baz alınarak mevcut duruma karşılık gelen maliyet değeri hesaplanarak c_{ij} matrisi oluşturulur.

Modelde kullanılan c_{ij} 'nin hesaplanması yöntem kısmında örneklerle de anlatılmıştır.

Öğrenci atamalarının ardından akademik danışmanlar arasında da eşitsizliğin giderilmesi adına 2. taşıma modeli oluşturulmuştur.

3.2.4. Projelere akademik danışman atamaları için çözüm yaklaşımı – Taşıma Modeli 2

Projelerin iptal edilmesinden sonra akademik danışmanlarda kalan proje sayıları da değerlendirilmiştir. Çok fazla projesi olan akademik danışmanın az projesi kalan akademik danışmana proje vererek bu dengenin sağlanması amaçlanmıştır.

Matematiksel Model – Taşıma Modeli 2: Akademik danışman – proje ataması için oluşturulan modeldir.

- İndisler

$i = 1, \dots, n_i$: proje

$j = 1, \dots, n_j$: akademik danışman

- Parametreler

c_{ij} : i . projenin j . akademik danışmana atanma maliyeti

s_i : i . projenin arz sayısı

d_j : j . akademik danışmanın proje talep sayısı

m : aday proje sayısı

n : proje almaya aday akademik danışman sayısı

- Karar Değişkeni

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{i. proje j. akademik danışmana atanırsa} \\ 0, & \text{d.d} \end{cases}$$

- Kısıtlar

Kısıt 3.49 her projenin arz sayısı kadar talebi karşılmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = s_i, \quad \forall i \quad (3.49)$$

Kısıt 3.50 aday akademik danışmanlara talebi kadar proje atanmasını sağlamaktadır.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = d_j, \quad \forall j \quad (3.50)$$

- Amaç Fonksiyonu

$$\min z = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (3.51)$$

c_{ij} 'nin hesaplanma adımları:

- 1- Akademik danışmanların proje iptalinden sonra elinde kalan proje sayıları belirlenir.
- 2- Belirlenen sayılara göre ortalama değer üzerinde proje sayısına sahip olan akademik danışmanlar proje vermeye aday, ortalama değer altında proje sayısına sahip olan akademik danışmanlar proje almaya aday olarak seçilir.

- 3- Proje vermeye aday akademik danışmanların en az tercih skoru ile sahip olduğu projeler, verilmek üzere aday proje olarak gösterilir.
- 4- Aday projeler akademik danışmanlar açısından tercih kriterine göre değerlendirilir.
- 5- Bu kriterin olası tüm durumları belirlenirken akademik danışmanların ilgili projeyi tercih sırası arasındaki fark pozitif ve negatif olarak ikiye ayrılır.
- 6- Pozitif farkın olası durumları içinde atama yapılması en uygun olan koşula, en az maliyet değeri olarak 1 verilir.
- 7- Kriter içindeki diğer olası durumlar için uygunluk durumuna bakılarak maliyet değerleri 1'er birim artırılır.
- 8- Ardından negatif fark değerlendirmelerine geçilir.
- 9- Negatif farkın olası durumlar içinde atama yapılması en az uygun olan koşula, pozitif fark değerlendirmelerinde elde edilen en yüksek maliyet değerinin iki katı değer verilir.
- 10- Kriter içindeki diğer olası durumlar için uygunluğa bakılarak maliyet değerleri 1'er birim azaltılarak tüm olası durumlara karşılık gelen maliyet değerleri belirlenir.
- 11- Ardından akademik danışmanların sahip olduğu proje sayıları açısından değerlendirmeye geçilir.
- 12- Bu kriterin olası tüm durumları belirlenir.
- 13- Olası durumlar içinde atama yapılması en uygun olan koşula en az maliyet değeri olarak 1 verilir.
- 14- Kriter içindeki diğer olası durumlar için uygunluk durumuna bakılarak maliyet değerleri 1'er birim artırılır ve tüm olasılıklara karşılık gelen maliyetler oluşturulur.
- 15- Son olarak aynı projenin ikinci kez aynı akademik danışmana atanmasını önlemek için akademik danışmanların sahip olduğu proje kümeleri açısından değerlendirme yapılır.

Modelde gösterilen c_{ij} 'nin hesaplanması yöntem kısmında örneklerle de anlatılmıştır ve modelin çalıştırılması ile minimum maliyeti veren akademik danışman - proje ataması sonucuna ulaşılmıştır.

4. UYGULAMA

Kurulan modellerin uygulaması Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bölümünde yapılmıştır. İlk olarak hedef programlama ile ideal ve gerçek durum için modeller çözdürülüp ardından ideal durumda hedef programlamadan elde edilen sonuçlardan yararlanarak taşıma modeli ile gerçek durumun çözümleri elde edilmiştir.

4.1. Hedef Programlama Uygulamaları

Bölüm 3.2.1. ve bölüm 3.2.2.'de anlatılan HP Modelleri ile öğrenci-proje-danışman atamaları yapılmıştır.

- HP Modeli-1 ile projelere öğrenci atamaları

İdeal durumda öğrenci atamaları için belirlenen veriler aşağıdaki gibidir:

- 1- Graplarda olması gereken öğrenci sayısı en iyi durumda 3 olmalıdır. Çünkü mevcutta 78 öğrenci 29 proje vardır. Bir projeye yaklaşık 3 öğrenci düşmektedir. Bu durumdan sapma minimum düzeyde tutulmalıdır.
- 2- Mevcuttaki öğrencilerin GANO'ları 2.5 olduğu için proje gruplarındaki öğrencilerin de GANO'ları ortalama olarak 2.5 olmalı ve bu değerden sapma minimum seviyede tutulmalıdır.
- 3- Projelerin beklentisine göre proje gruplarında yer alan öğrencilerin YD notlarının ortalaması en az 2.5 olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 4- Proje gruplarında en az bir öğrenci BP bilgisine sahip olmalıdır.
- 5- Proje gruplarında en az bir öğrenci 'MS Excel' bilgisine sahip olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 6- Proje gruplarında en az bir öğrenci 'MS Access' bilgisine sahip olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 7- Her öğrenci en iyi durumda birinci tercihi atanmalı, eğer bu gerçekleşmiyorsa olabildiğince en küçük tercih sırasına sahip projeye atanmalıdır.

Bu veriler Çizelge 4.1’de özetlenmiştir.

Çizelge 4.1. İdeal Durum için Veriler

| | |
|---|--|
| 1 | Her grubtaki öğrenci sayısı ≈ 3 |
| 2 | Her grubun ortalama GANO’su $\approx 2,5$ |
| 3 | Her grubun YD not ortalaması $\geq 2,5$ |
| 4 | Her grupta BP bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 5 | Her grupta MS Excel bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 6 | Her grupta MS Access bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 7 | Öğrenci tercihleri ≈ 1 |

Gerçek durumda 6 farklı proje iptal edilmiştir. Buna göre gerçek durumda öğrenci atamaları için belirlenen veriler aşağıdaki gibidir:

- 1- Gruplarda olması gereken öğrenci sayısı en iyi durumda 4 olmalıdır. Çünkü mevcutta 78 öğrenci 23 proje vardır. Ortalama olarak 1 projeye yaklaşık 4 öğrenci düşmektedir. Bu durumdan sapma minimum düzeyde tutulmalıdır.
- 2- Mevcuttaki öğrencilerin ortalama GANO’ları 2.5 olduğu için proje gruplarındaki öğrencilerin de GANO’ları ortalama olarak 2.5 olmalı ve bu değerden sapma minimum seviyede tutulmalıdır.
- 3- Projelerin beklentisine göre proje gruplarında yer alan öğrencilerin YD notlarının ortalaması en az 2.5 olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 4- Proje gruplarında en az bir öğrenci BP bilgisine sahip olmalıdır.
- 5- Proje gruplarında en az bir öğrenci ‘MS Excel’ bilgisine sahip olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 6- Proje gruplarında en az bir öğrenci ‘MS Access’ bilgisine sahip olmalı ve bu değer altında kalması minimum olmalıdır.
- 7- Her öğrenci en iyi durumda birinci tercihine atanmalı, eğer bu gerçekleşmiyorsa olabildiğince en küçük tercih sırasına sahip projeye atanmalıdır.

Bu veriler Çizelge 4.2.' de özetlenmiştir.

Çizelge 4.2. Gerçek Durum için Veriler

| | |
|---|--|
| 1 | Her grubtaki öğrenci sayısı ≈ 4 |
| 2 | Her grubun ortalama GANO'su $\approx 2,5$ |
| 3 | Her grubun YD not ortalaması $\geq 2,5$ |
| 4 | Her grupta BP bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 5 | Her grupta MS Excel bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 6 | Her grupta MS Access bilen öğrenci sayısı ≥ 1 |
| 7 | Öğrenci tercihleri ≈ 1 |

Yukarıda anlatılan 7 farklı kriterin olabildiğince en iyi düzeyde sağlanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda her kriterin önem derecesine göre ağırlık katsayıları belirlenmiştir ve bu kriterlerden sapmaların minimum olduğu proje grupları belirlenmek üzere önceki bölümde anlatılan HP Modeli-1 kurulmuştur. İdeal ve gerçek durum için aynı matematiksel model çalıştırılmıştır fakat kısıtlarda kullanılan veriler yukarıda belirtilen durumlar göz önünde tutularak güncellenmiştir.

- HP Modeli-2 ile projelere akademik danışman atamaları

İdeal durumda akademik danışman atamaları için belirlenen veriler aşağıdaki gibidir:

- 1- Her akademik danışman en iyi durumda ilk tercihlerine atanmalıdır.
- 2- Mevcutta 11 akademik danışman ve 29 proje vardır. Her proje grubuna ortalama $n_p = 2$ adet akademik danışman atanması istendiği için her bir akademik danışmana atanan proje sayısı ortalama $5 = (2 \times 29 / 11)$ olmalıdır.

Gerçek durumda 6 farklı proje iptal edilmiştir. Buna göre gerçek durumda akademik danışman atamaları için belirlenen veriler aşağıdaki gibidir:

- 1- Her akademik danışman en iyi durumda ilk tercihlerine atanmalıdır.
- 2- Mevcutta 11 akademik danışman ve 23 proje vardır. Her proje grubuna ortalama $n_p = 2$ adet akademik danışman atanması istendiği için her bir akademik danışmana atanan proje sayısı ortalama $4 = (2 \times 23 / 11)$ olmalıdır.

Bu problemde yukarıda anlatılan 2 farklı kriterin olabildiğince en iyi düzeyde sağlanması amaçlanmıştır. Bu bağlamda her kriterin önem derecesine göre ağırlık

katsayıları belirlenmiştir ve bu kriterlerden sapmaların minimum olduğu akademik danışman - proje atamalarını HP Modeli-2 ile elde edilmiştir.

Alternatif çözüm için ideal durumun matematiksel modeli sonuçları üzerinden iptal edilen projeler çıkartılmıştır. Bunun sonucunda açıkta kalan öğrenciler belirlenmiştir. Açıkta kalan öğrenciler ile geriye kalan projeler çeşitli kriterler açısından değerlendirilerek taşıma modelinde kullanılacak maliyet matrisi oluşturulmuştur. Bu adımlar Çizelge 4.3.'te özetlenmiştir.

Çizelge 4.3. Taşıma modeli için adımlar

| | |
|----|--|
| 1- | İdeal durumun çözümleri elde edilir. |
| 2- | Elde edilen çözüm üzerinden iptal edilen projeler çıkartılır. |
| 3- | Açıkta kalan öğrenciler belirlenir. |
| 4- | Açıkta kalan öğrencilerin mevcut durumda atama yapılabilecek projelere atanması halinde karşılaşılabilecek maliyet değerleri hesaplanır. |
| 5- | Hesaplanan değerler ile maliyet matrisi oluşturulur. |
| 6- | Oluşturulan matris taşıma modelinde veri olarak kullanılır. |

4.2. Taşıma Modeli Uygulamaları

- Taşıma Modeli-1 ile öğrenci atamaları

İdeal durumun HP Modeli çözümü üzerinden iptal edilen projeler çıkartılmıştır. Açıkta kalan öğrencilerin geriye kalan projelere atanması yukarıdaki bölümde anlatılan taşıma modeli ile sağlanmıştır.

Taşıma modelinde kullanılan maliyet matrisi oluşturulurken önceki bölümlerde anlatılan 7 farklı kriter değerlendirilerek kriterlere bağlı olası durumlar belirlenmiştir. Bu kriterler açısından olası her bir duruma karşılık gelen ve Ek 4'te gösterilen maliyet katsayıları oluşturulmuştur. Ek 4'te sırası ile kriter, bu kritere karşılık olası durumlar ve olası durumlara karşılık maliyet katsayıları mevcuttur. Durumların karşısında yazan 1 değeri ilgili yetkinliğin yeterli düzeyde olduğunu, 0 değeri ise yetersiz olduğunu göstermektedir.

Ek 4'te yazan maliyet değerlerinin hesaplanmasında aşağıdaki yol izlenmiştir:

İdeal durumun matematiksel model ile elde edilen çözüme göre en kötü sonuç veren %59 değeri (bulgular kısmında verilmiştir) ile MS Access yetkinliği olmuştur. Bu nedenle bu kriterin önem derecesi 1 olarak kabul edilmiştir. Ardından diğer kriterler değerlendirilmiş ve 4 farklı öncülük sırası belirlenmiştir.

Bu ana katsayılar dikkate alınarak kriter içi değerlendirmelerde de en kötü durumdan en iyi duruma geçilebilecek çözüm için en az maliyet değeri verilmiştir, ardından diğer kriter içi durumların önem derecelerine göre en küçük maliyet değeri 1'er birim artırılarak yeni maliyetler oluşturulmuştur. Kriterler arası maliyet katsayıları hesaplanırken 2 ile çarpılarak birbirinin katları olan maliyetler elde edilmiştir.

Bulgular kısmında belirtilen sonuçlara göre 4 farklı önem derecesine ayrılan kriterlerin dikkate alınması ile oluşturulan maliyet değerleri aşağıda anlatıldığı gibi oluşturulmuştur:

1) Değerlendirmeye birinci önem derecesine sahip MS Access yetkinliği kriterinden başlanmıştır. (Her bir kriter önem derecesine göre incelenmiş ve maliyet değerleri zinciri oluşturulmuştur.)

Olası durum 1- Mevut durumdaki proje grubunda MS Access yetkinliği değeri 0 iken yeni durumda MS Access bilen bir öğrencinin gruba dahil olması grubun MS Access yetkinliğini 1 konumuna getirir ve bu çözüm açısından en çok istenen durumdur. Bu durumda maliyet değerine 1 verilerek katsayı zinciri oluşturulmaya başlanmıştır.

Olası durum 2- Mevut durumdaki proje grubunda MS Access yetkinliği değeri 1 iken yeni durumda bu gruba MS Access yetkinliği 0 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyet $1+1=2$ olarak belirlenmiştir.

Olası durum 3- Mevut durumdaki proje grubunda MS Access yetkinliği değeri 1 iken yeni durumda bu gruba MS Access yetkinliği 1 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyet $2+1=3$ olarak belirlenmiştir. Çünkü zaten yeterli yetkinliği

olan bir proje grubuna yetkinliği olan bir öğrenci atamak diğer gruplarda dengesizliğe yol açacaktır bu nedenle çok istenen bir durum değildir.

Olası durum 4- Mevut durumdaki proje grubunda MS Access yetkinliği değeri 0 iken yeni durumda bu gruba MS Access yetkinliği 0 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyet $3+1=4$ olarak belirlenmiştir. Bu hiç istenen bir durum değildir. Bu nedenle kriter içinde maliyeti en yüksek değere sahip olmuştur.

2) İkinci öneme sahip olan kriter gruptaki öğrenci sayısıdır çünkü proje gruplarındaki öğrenci sayılarının dengeli dağılması gruplar arası eşitsizliği aza indirmektedir.

Mevcut modele göre proje gruplarındaki öğrenci sayıları 2 ve 3 olarak dağılmıştır. Yeni durumda bu projelere 1'er öğrencinin dahil olması halinde gruptaki öğrenci sayısında artış olacaktır.

Olası durum 1- Mevut durumda proje grubundaki öğrenci sayısı 2 ise bu gruba 1 öğrencinin dahil olması ile birlikte sayı 3'e çıkacaktır ve idealde en çok istenen durumdur. Bu nedenle bu durumun maliyeti $= 1 \times 2 = 2$ olarak hesaplanmıştır. (Kriter 2. öneme sahip olduğu için bir önceki kriterin en küçük maliyet değeri 2 ile çarpılarak, ilgili kriterin en küçük maliyet değeri elde edilmiştir.)

Olası durum 2- Mevut durumda proje grubundaki öğrenci sayısı 3 ise bu gruba 1 öğrencinin dahil olması ile birlikte sayı 4'e çıkacaktır. Bu durumun maliyeti $= 2 + 1 = 3$ olarak hesaplanmıştır.

3) Grupların BP yetkinliği açısından başarı oranı %83 olarak (bulgular kısmında verilmiştir) elde edilmiştir. Bu nedenle kriterin önem derecesi üçüncü sıradadır.

Olası durum 1- Mevut durumdaki proje grubunda BP yetkinliği değeri 0 iken yeni durumda BP bilen bir öğrencinin gruba dahil olması grubun BP yetkinliğini 1 konumuna getirir ve bu çözüm açısından en çok istenen durumdur. Bu durumda maliyet değeri $= 2 \times 2 = 4$ olarak hesaplanır. (Kriter 3. öneme sahip olduğu için bir önceki kriterin en küçük maliyet değeri 2 ile çarpılarak, ilgili kriterin en küçük maliyet değeri elde edilmiştir.)

Olası durum 2- Mevut durumdaki proje grubunda BP yetkinliği değeri 1 iken yeni durumda bu gruba BP yetkinliği 0 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyet $4+1=5$ olarak belirlenmiştir.

Olası durum 3- Mevut durumdaki proje grubunda BP yetkinliği değeri 1 iken yeni durumda bu gruba BP yetkinliği 1 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyeti $5+1=6$ olarak belirlenmiştir. Çünkü zaten yetkinliği olan bir proje grubuna yetkinliği olan öğrenci atamak diğer gruplarda dengesizliğe yol açacaktır bu nedenle çok istenen bir durum değildir.

Olası durum 4- Mevut durumdaki proje grubunda BP yetkinliği değeri 0 iken yeni durumda bu gruba BP yetkinliği 0 olan bir öğrencinin dahil olmasının maliyet $6+1=7$ olarak belirlenmiştir. Bu hiç istenen bir durum değildir. Bu nedenle kriter içinde maliyeti en yüksek değere sahip olmuştur.

4) Dördüncü önem derecesine sahip olan YD yetkinliği ve MS Excel yetkinliği kriterleri de yukarıda anlatılan şekilde değerlendirilip maliyet değerleri belirlenmiştir.

Diğer 4. öneme sahip olan kriterler, grubun tercih ortalaması ve GANO'su ile ilgilidir. Bu kriterler açısından değerlendirme 2 farklı durum üzerinden oluşturulmuştur.

Olası durum 1- Aday grubun tercih skoru/GANO'su mevcut grubun tercih skorundan /GANO'sunda küçük ise maliyet $4 \times 2=8$ olarak belirlenmiştir.

Olası durum 2 - Aday grubun tercih skoru/GANO'su mevcut grubun tercih skorundan/ GANO'sunda büyük ise maliyet $8+1=9$ olarak hesaplanmıştır.

Maliyet katsayıları belirlendikten sonra öğrenci ve aday projelerden oluşan maliyet matrisi oluşturulmuştur. Ek 5'te gösterilen maliyet matrisi, ideal durumda matematiksel model ile elde edilen çözümün ardından iptal edilen projeler çıkarıldıktan sonra mevcut duruma karşılık gelen yeni çözümün elde edilmesi için kullanılmıştır. Ek 5'te gösterilen 3, 6, 7, 8, 13, 24 nolu projelerin iptal edilmesiyle açıkta kalan öğrencilerin geriye kalan projelere atanmasıyla oluşacak olası maliyet değerlerinden oluşan matristir.

Yukarıdaki açıklamalara bağılı olarak, örnek olarak mevcut proje grupları içinden 1 numaralı proje grubuna 11 numaralı öğrencinin dahil olması durumunda karşılaşılabilecek maliyet değerinin hesaplanması aşağıda verilmiştir:

Mevcut Grup: 1 Numaralı Proje Grubu

Aday Grup: 1 Numaralı Proje Grubuna 11 numaralı öğrencinin dahil edilmesi ile oluşan yeni grup

1- Öğrenci sayısı: Mevcut grupta öğrenci sayısı = 2

Ek 4'e göre maliyet = 2

2-GANO'daki sapma: Mevcut grupta sapma = 0,020

Aday grupta sapma = 2,5 - 2,32 = 0,18

0,020 < 0,18

Ek 4'e göre maliyet = 9

3-YD Yetkinliği: Mevcut Grubun YD bilgisi notu = 3,5 > 2,5

olduğundan yeterli = 1

Aday Grubun YD bilgisi notu = 3,67 > 2,5

olduğundan yeterli = 1

Ek 4'e göre maliyet = 10

4-BP Yetkinliği: Mevcut Grubun BP bilgisi yetersiz = 0

Aday Grubun BP yeterli = 1

Ek 4'e göre maliyet = 4

5- MS Excel Yetkinliği: Mevcut Grubun MS Excel bilgisi yeterli = 1

Aday Grubun MS Excel yeterli = 1

Ek 4'e göre maliyet = 10

6- MS Access Yetkinliği: Mevcut Grubun MS Excel bilgisi yetersiz = 0

Aday Grubun MS Excel yetersiz = 0

Ek 4'e göre maliyet = 4

7- Tercih Skoru: Mevcut Grubun tercih skoru=2,5

Aday Grubun tercih skoru=3,67

$2,5 < 3,67$

Ek 4'e göre maliyet = 9

Toplam Maliyet = $2+9+10+4+10+4+9 = 48$ olarak hesaplanır (Ek 5).

Maliyet matrisi oluşturulduktan sonra minimum maliyeti veren öğrenci proje eşleşmesi Taşıma Modeli-1 ile elde edilmiştir.

- Taşıma Modeli-2 ile akademik danışman atamaları

Akademik danışmanların proje sayısı açısından eşit iş yüküne sahip olmaları için mevcutta kalan projeler 2 farklı kriter açısından incelenip olası durumlara karşılık gelen maliyet katsayıları belirlenmiştir. Ek 6'da bu maliyet değerleri görülmektedir. AD1 ilgili projeyi vermeye aday akademik danışmanı, AD2 ilgili projeyi almaya aday akademik danışmanı simgelemektedir.

Ek 6'ya göre maliyet katsayıları aşağıda anlatıldığı gibi elde edilmiştir.

AD = Akademik danışman

AD1 = Proje vermeye aday akademik danışman

AD2 = Proje almaya aday akademik danışman

Akademik danışmanlar açısından 2 farklı kriter değerlendirilmektedir.

1. Kriter akademik danışmanların tercih sırası
2. Kriter akademik danışmanların sahip olduğu proje sayısı ile ilgilidir.

Bu iki kriterin eşit derece öneme sahip olduğu düşünülmüştür. Ancak kriter içi değerlendirilmeler yapılarak olası durumlara karşılık gelecek maliyet katsayıları belirlenmiştir.

Örneğin;

1) Tercih kriteri açısından değerlendirme: Akademik danışmanlar arasında değiştirilecek olan projeler için o projeyi vermek isteyen tercih sırası ile almak isteyen tercih sırası arasında değerlendirilmeler yapılarak maliyet değerleri oluşturulmuştur.

AD1 ilgili projeyi vermek isterken AD2 almak istiyorsa;

- Bir akademik danışman ilgili projeyi vermeyi çok isterken diğeri de almayı çok istiyor olabilir. Bu durumda tercih sırası maksimum 11 olabildiği için ilgili projeyi vermeye aday akademik danışmanın tercih sırası = 11 ve almaya aday akademik danışmanın tercih sırası = 1 olarak düşünülebilir. $11-1=10$ olarak hesaplanırsa bu durumda maliyet değeri 1 olarak belirlenmiştir. (Bu durum idealde en çok istenen duruma karşılık geldiği için maliyet değeri en küçük olarak atanmıştır.)
- Bir akademik danışman ilgili projeyi vermeyi çok isterken diğeri almayı hiç istemeyebilir. Bu durumda ilgili projeyi vermeye aday akademik danışmanın tercih sırası = 11, almaya aday akademik danışmanın tercih sırası = 11 olabilir. Bu durumda $11-11=0$ olduğunda maliyet = 11 olarak kabul edilmiştir.

Bu iki zıt durum arasındaki diğeri olası durumların maliyet değerleri 1 ile 11 arasında oluşturulmuştur.

AD1 ilgili projeyi vermek istemezken AD2 almak istemiyorsa;

- Bir akademik danışman ilgili projeyi hiç vermek istemezken diğeri de hiç almak istemeyebilir. Bu hiç istenmeyen bir durum olduğu için maliyet değeri en büyük olmalıdır. Ayrıca tercih farklarının sıfır olması ile elde edilen maliyet değerinden çok daha büyük olması beklenir bu nedenle 11 olarak elde edilen maliyetin 2 katı alınarak ilgili durumun maliyeti oluşturulmuştur. Bu durumda ilgili projeyi vermek istemeyen akademik danışmanın tercih sırası = 1 iken diğeri için tercih sırası = 11 olduğu düşünülürse, $1-11 = -10$ olduğunda maliyet = $11 \times 2 = 22$ olarak hesaplanmıştır. (Bu durum idealde hiç istenmeyen duruma karşılık geldiği için maliyet değeri en büyük olarak atanmıştır.)
Ardından fark değeri -1 'e düşene kadar maliyet değerleri 1'er birim azaltılarak ilgili durumlara karşılık gelen maliyet katsayıları belirlenmiştir. Bu negatiflik ne kadar çok artarsa maliyet değeri o denli yüksek olacaktır.

2) Proje sayısı açısından değerlendirme: Proje iptalinden sonra mevcut durumda akademik danışmanlarda kalan proje sayılarının değerlendirilmesi ile maliyet katsayıları oluşturulmuştur.

İdeal durum için kurulan matematiksel modele göre 1 akademik danışmana en fazla 6 adet proje verilmişti. Projelerin iptalinden sonra bazı akademik danışmanlarda hiç proje kalmayabilirken, bazılarında maksimum sayıda proje olabilir. Bu eşitsizliğin giderilmesi için çok projesi olan akademik danışmanın az projesi olan akademik danışmana proje vermesi istenmektedir. Bu noktada olası durumlara karşılık gelebilecek maliyet katsayıları oluşturulurken AD1'in proje sayısı ile AD2'nin proje sayıları karşılaştırılmıştır. Şöyle ki; AD1 kümesi proje iptalinden sonra 4'ten daha fazla projesi olan akademik danışmanlardan oluşturulurken, AD2 kümesi 4'ten daha az projesi olan akademik danışmanlardan oluşturulmuştur. Çünkü 29 proje içinden 6 adet projenin iptal edilmesi ile her akademik danışmana atanması istenen ortalama proje sayısı 4 olarak belirlenmiştir. Bu durumda en iyi çözümü elde etmek için 6 projesi olan akademik danışmanın, 0 projesi kalan akademik danışmana proje vermesi en çok istenen durumdur ve $6-0=6$ değerlendirmesi yapılarak maliyet değerine 1 verilmiştir. Aynı şekilde mevcut değerlendirmeye göre en kötü durumda 5 projesi kalan akademik danışmanın, 3 projesi kalan akademik danışmana proje vermesi olası çözümler arasında

en az istenen duruma karşılık gelmektedir. Bu durumda $5-3=2$ elde edilir ve bu sınır değere ulaşana kadar en başta verilen 1 değerine 1'er birim eklenerek diğer durumlara karşılık gelen maliyet değerleri hesaplanmıştır.

Son olarak Ek 6'da görülen bir akademik danışmanda olan projelerin tekrar aynı danışmana verilmesinin önlenmesi için modelde kullanılmak üzere 3. bir kriter tanımlanmıştır ve bu kriterin değerlendirmesine göre aynı projenin tekrar aynı danışmana atanmasını engelleyecek şekilde çok yüksek maliyet belirlenmiştir.

Maliyet katsayılarının belirlenmesinin ardından taşıma modelinde kullanılacak olan maliyet matrisi oluşturulmuştur. Çizelge 4.4.'te verilen maliyet matrisinde 4'ten daha fazla projeye sahip olan akademik danışmanlar projelerini vermek için aday listeyi (AD1 kümesini) oluşturmaktadır. Bu listede 5 projeye sahip olan akademik danışmanlar 1 adet proje verebilecekken 6 projeye sahip olan danışmanlar 2 adet proje verebileceklerdir. Proje vermeye aday olan akademik danışmanların hangi projeleri verebileceklerini belirlemek için ilgili danışmanların mevcut tercihleri değerlendirilmiştir. Bu tercihler arasında en yüksek değere sahip olan projeler diğer akademik danışmanlara verilmek üzere aday proje olarak belirlenmiştir. Ayrıca proje almaya aday akademik danışmanların (AD2 kümesinin) belirlenmesi için kriter olarak 4'ten daha az projeye sahip danışmanlar değerlendirilmiştir. Proje vermeye ve almaya aday akademik danışmanların gruplandırılmasının ardından maliyet değerleri hesaplanmıştır.

Çizelge 4.4. Taşıma modeli için akademik danışman - proje maliyet matrisi

| AD1 | AD2 | | | | |
|-----|-------|------|----|------|------|
| | Proje | 1 | 4 | 6 | 7 |
| 2 | 17 | 1009 | 13 | 18 | 10 |
| 2 | 15 | 10 | 14 | 1011 | 11 |
| 3 | 18 | 8 | 12 | 16 | 9 |
| 5 | 5 | 9 | 13 | 18 | 1010 |
| 9 | 9 | 11 | 15 | 20 | 12 |
| 10 | 25 | 9 | 13 | 15 | 10 |
| 11 | 29 | 8 | 12 | 16 | 9 |

Örnek Hesaplama;

AD1: Proje vermeye aday akademik danışman

AD2 : Proje almaya aday akademik danışman

Proje : Alınıp verilebilecek aday proje

6 adet projesi olan 2 numaralı akademik danışmanın sahip olduğu projeler içinde en son tercih ettiği 2 proje belirlenmiştir. Bu projeler 6. tercihi olan 17 nolu proje ve 5. tercihi olan 15 nolu projelerdir.

2 adet projeye sahip 1 numaralı akademik danışman projeye almaya aday iken 6 adet projeye sahip olan 2 numaralı akademik danışman proje vermeye adaydır ve en yüksek tercih sırasına sahip olan 17 numaralı projesini vermek istemektedir. 17 numaralı proje üzerinden değerlendirme yapılırsa;

- Tercih sırasına göre değerlendirme:

2 Numaralı akademik danışmanın 17 numaralı projeyi tercih sırası = 6

1 Numaralı akademik danışmanın 17 numaralı projeyi tercih sırası = 1

$6 - 1 = 5$ olduğu için Ek 6'ya göre maliyet = 6

- Proje sayısı kriterine göre değerlendirme:

2 Numaralı akademik danışmanın sahip olduğu proje sayısı=6

1 Numaralı akademik danışmanın sahip olduğu proje sayısı=2

$6-2=4$ olduğu için Ek 6'ya göre maliyet = 3

- Mevcut proje kümesine göre değerlendirme:

Son olarak 2 numaralı akademik danışmanın proje kümesi incelenmektedir. 17 Numaralı proje 2 numaralı akademik danışmana daha önceden atandığı için, çözümde aynı atamayı tekrarlamamak adına bu durumun maliyet değeri çok

yüksek tutulmuştur. Ek 6'ya göre bu duruma karşılık gelen maliyet = 1000 olarak belirlenmiştir.

Toplam maliyet = $6+3+1000 = 1009$ olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.4.).



5. BULGULAR

Kurulan matematiksel modelin uygulaması Uludağ Üniversitesi Endüstri Mühendisliği bölümünden alınan verilere göre yapılmıştır ve sonuçlar MPL programında kodlanarak elde edilmiştir. Bu sonuçlarla her yıl mezuniyet öncesi öğrenci - proje eşleşmesi sırasında bölümde yaşanan çeşitli sıkıntıların giderilmesi amaçlanmıştır.

5.1. Projelere Öğrenci Atamaları İçin HP Modeli 1 Çözümleri

Öğrenci - proje atamasında HP Modeli ile ideal ve gerçek durum olarak 2 farklı çözüm elde edilmiştir. Bu çözümler aşağıda anlatıldığı gibidir.

- İdeal Durum

İlk aşamada projelerin iptal edilmemesinden önce ideal durum için kurulan matematiksel modelin çalıştırılması ile elde edilen sonuçlar Ek 7’de açıklanmıştır.

Ek 7’ye göre 1. projenin 1. ve 3. olmak üzere 2 öğrenciden oluştuğu görülmektedir. Proje grubunun ortalama tercih skoru 2,5 olarak, GANO’su 2,48 olarak, YD notu ise 3,50 olarak bulunmuştur. BP ve MS Access bilgisi 0 (Sıfır) olması nedeni ile grubun bu kriter açısından yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. MS Excel bilgisi ile ilgili olan hücrede 1 değerinin olması grubun bu konuda istenilen düzeyde olduğunu göstermektedir. Diğer proje grupları için de benzer yorumlar yapılmaktadır. Ek 7’de ‘Öğrenci 4’ sütunu ideal durumda, 29 proje varken, her proje grubunda en fazla 3 öğrenci olması istendiği için boş gözükmemektedir. (Gerçek duruma geçince, 23 proje kaldığında, model her proje grubunda en fazla 4 öğrenci olacak şekilde güncellenmiştir ve buna bağlı olarak Ek 8’de ilgili sütunun dolu olduğu görülmektedir.)

Not: BP, MS Excel ve MS Access ile ilgili olan yetkinlikler için 0 değeri proje grubuna atanmış hiçbir öğrencinin ilgili yetkinliğe sahip olmadığını, 1 değeri proje grubundaki tüm öğrencilerin ilgili yetkinliğe sahip olduğunu, 0 ve 1 arasında kalan değerler grupta yer alan öğrencilerin bir kısmının ilgili yetkinliğe sahip olduğunu göstermektedir.

- Gerçek Durum

Gerçek hayatta atama yapılacak mevcut projelerde çeşitli nedenlerden dolayı bazen elemeler yapılmaktadır. Mevcut sistemde proje atmaları yapıldıktan sonra 3, 6, 7, 8, 13, 24 numaralı projeler iptal edilmiştir. Kurulan modelin performansının mevcutta yapılan atamalarla karşılaştırılabilmesi için gerçek durumda olduğu gibi projeler içinden elemeler yapıldıktan sonra yukarıda anlatılan matematiksel model tekrar çözdürülmüştür. Yeni çözümü elde etmek için matematiksel modelde bir değişiklik yapılmamıştır. Sadece iptal olan projeler sistemden çıkartılıp girdi değerleri güncellenmiştir, geri kalan projeler üzerinden model tekrar çalıştırılmış ve sonuçlar elde edilmiştir.

Ek 8’de iptal edilen projelerden sonra yapılan öğrenci - proje atama modelinin sonuçları görülmektedir.

Ek 8’e göre 3, 6, 7, 8, 13 ve 24 numaralı projeler iptal edildiği için çözümde gözükmemektedir. Geri kalan projeler için öğrenci - proje ataması yapılmıştır. Buna göre; 1 numaralı proje grubu 3, 27 ve 77 numaralı öğrencilerden oluşmuştur. Proje grubunun ortalama tercih skoru 3 olarak, GANO’su 2,56 olarak, YD notu ise 3,67 olarak bulunmuştur. MS Access bilgisi 0 (Sıfır) olması nedeni ile grubun bu kriter açısından yeterli olmadığı anlaşılmaktadır. BP ve MS Excel bilgisi ile ilgili olan hücrelerde 0’dan büyük değer olması grubun bu konuda istenilen düzeyde olduğunu göstermektedir. Diğer proje grupları için de benzer yorumlar yapılmaktadır.

5.2. Projelere Akademik Danışman Atamaları İçin HP Modeli 2 Çözümleri

İncelen problemin ikinci aşaması olarak, projelere atanan öğrencilerin daha verimli çalışmalarda bulunmaları için gerektiğinde destek alabilecekleri akademik danışmanlara ihtiyaçları olduğu belirlenmiştir. Bunun için akademik danışmanların bilgi ve yetkinliklerini göz önünde bulundurarak yaptıkları proje tercihleri dikkate alınıp HP modeli kurulmuştur. Akademik danışman - proje atamasında HP Modeli ile ideal ve

gerçek durum olarak 2 farklı çözüm elde edilmiştir. Bu çözümler aşağıda anlatıldığı gibidir.

- **İdeal Durum**

HP Modeli ile akademik danışmanlar için optimum atama çözümünün elde edilmiş olduğu modelin sonuçları Ek 9'da açıklanmaktadır.

Ek 9'a göre; 1. akademik danışmana 3. , 7. , 8. , 10. , 13. , 17. olmak üzere 6 proje atandığı ve akademik danışmanın ortalama tercih skorunun 1 olarak elde edildiği görülmektedir. Diğer akademik danışmanlar için de benzer yorumlar yapılmaktadır. Ayrıca genel anlamda 1 akademik danışmana 4 adet proje, 6 akademik danışmana 5 adet proje (parantez içinde yazılan istenilen adeti göstermektedir), 4 akademik danışmana 6 adet proje atandığı da Ek 9'da yer almaktadır.

- **Gerçek Durum**

Mevcut sistemde proje atmaları yapıldıktan sonra bazı projeler iptal edilmiştir. Öğrenci atamalarında olduğu gibi kurulan modelin performansının mevcutta yapılan atamalarla karşılaştırılabilmesi için akademik danışman atamasının yapıldığı matematiksel modelin verileri değiştirilerek tekrar çözdürülmüş ve yeni sonuçlar elde edilmiştir. Ek 10'da iptal edilen projelerden sonra yapılan akademik danışman - proje atama modelinin sonuçları görülmektedir.

Ek 10'a göre; 1. akademik danışmana 5., 10., 12., 18., 29., olmak üzere 5 proje atandığı ve akademik danışmanın ortalama tercih skorunun 1 olarak elde edildiği görülmektedir. Diğer akademik danışmanlar için de benzer yorumlar yapılmaktadır. Toplamda 1 akademik danışmana 3 proje, 7 akademik danışmana 4 proje (istenilen sayı) ve 3 akademik danışmana 5 proje atanmıştır. Ayrıca Ek 10'da gözüken 'Proje 6' sütunu, matematiksel modelde bir akademik danışmana atanması gereken en fazla proje sayısı, 29 projeden 23 projeye düşmesi sebebi ile, 6'dan 5'e düşürüldüğü için boş gözükmektedir. (Proje iptalinden önce bir akademik danışmana en fazla 6 proje atanabildiği için Ek 9'da ilgili sütun dolu görülmektedir.) 1 akademik danışmana 4 adet proje, 6 akademik danışmana 5 adet proje (parantez içinde yazılan istenilen adeti göstermektedir), 4 akademik danışmana 6 adet proje atandığı da Ek 10'da yer almaktadır.

5.3. HP Modeli ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

İlk olarak öğrenci – proje atamaları için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çizelge 5.1’de öğrenci - proje atamaları ile ilgili, mevcut sistemde manuel işlemlerle elde edilen sonuçların performansı ile ideal ve gerçek durumda HP modeli ile elde edilen sonuçların performans karşılaştırmaları görülmektedir. Değerlendirme, modelde kullanılan 7 farklı hedef açısından yapılmıştır.

- Hedef 1 her gruba n_S adet öğrenci atanmalı
- Hedef 2 proje gruplarında ortalama GANO g_T kadar olmalı (Modelde bu değer 2.5 olarak alınmıştır)
- Hedef 3 her grubun YD not ortalaması en az sınır değerinde olmalı (Modelde bu değer CB = 2.5 olarak alınmıştır)
- Hedef 4 her grupta en az 1 öğrenci BP bilgisine sahip olmalı
- Hedef 5 her grupta en az 1 öğrenci MS Excel bilgisine sahip olmalı
- Hedef 6 her grupta en az 1 öğrenci MS Access bilgisine sahip olmalı
- Hedef 7 öğrenci tercihleri olabildiğince sağlanmalı

Çizelge 5.1. Öğrenci - proje atamasının değerlendirme tablosu - 1

| Hedef | İdeal Çözüm (HP Modeli) | Gerçek Çözüm (Manuel) | Gerçek Çözüm (HP Modeli) | En iyi Çözüm |
|-------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| 1 | 9-(20)-0 | 2-(9)-12 | 0-(14)-9 | 9-(20)-0 |
| 2 | 93% | 87% | 95% | 95% |
| 3 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4 | 86% | 87% | 87% | 87% |
| 5 | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 6 | 59% | 57% | 70% | 70% |
| 7 | 2,33 | 2,72 | 2,04 | 2,04 |

Çizelge 5.1.'e göre elde edilen sonuçların hedefler açısından değerlendirilmesi şöyledir:

1- Her grupta n_s adet öğrenci olmalı; ($n_s=3$) İlgili hedefte 1. değer 2 kişilik, 2. değer 3. kişilik, 4. değer 4 kişilik proje grubu sayılarını göstermektedir. Üçlü grup içinde parantez içinde yazılmış olan değer en iyi durumda elde edilmek istenen değeri göstermektedir.

(a) İdeal durumda HP modeli ile 20 adet grup istenen öğrenci sayısına sahiptir. 9 adet grup, istenenden 1 birim daha az sayıda öğrenci sayısına sahipken hiçbir gruba istenenden fazla sayıda öğrenci atanmamıştır.

(b) Gerçek durumda manuel çözüm ile elde edilen sonuca göre 9 adet proje grubuna istenen öğrenci sayısı kadar öğrenci atanırken, 12 adet proje grubuna istenenden fazla sayıda öğrenci ataması yapılmıştır. Buna ek olarak 2 proje grubuna da istenenden az sayıda öğrenci atanarak oldukça dengesiz bir dağılım elde edilmiştir. Gerçek durum için HP modeli ile 14 proje grubuna istenen sayıda öğrenci atanıp, 9 proje grubuna istenenden daha fazla öğrenci atanması gerçekleştirilmiştir. Manuel yapılan atamaya göre oldukça iyi bir sonuç elde edildiği görülmektedir.

2- Proje gruplarında ortalama GANO g_T kadar olmalı ($g_T = 2.5$)

(a) İdeal durumda HP modeli ile grupların GANO'larının 2.5'tan sapması %7 olarak elde edilmiştir.

(b) Gerçek durumun manuel çözümde bu sapma %13 iken, HP modeli çözümünde %5 olarak bulunmuştur.

3- Her grubun YD not ortalaması en az sınır değerinde olmalı (sınır değer = CB = 2.5)

(a) İdeal durumda bu hedefe %100 ulaşılmıştır.

(b) Gerçek durumun manuel ve HP modeli olmak üzere iki çözümü ile de ilgili hedefe ulaşma derecesi %100 olarak elde edilmiştir.

4- Her grupta en az 1 öğrenci BP bilgisine sahip olmalı

(a) İdeal durumda HP modeli ile elde edilen sonuca göre proje gruplarının %4'ü BP bilgisi olmayan öğrencilerden oluşmuştur. Grupların %86'sında en az 1 öğrenci BP konusunda yeterli bilgiye sahiptir.

(b) Gerçek durumun manuel çözümü ve HP modeli çözümü ile elde edilen sonuçların ikisinde de %3'lük sapma gözlenmiştir. Gerçek durumdaki proje gruplarının %87'si BP konusunda yeterli düzeydedir.

5- Her grupta en az 1 öğrenci MS Excel bilgisine sahip olmalı

(a) İdeal durumda bu hedefe %100 ulaşılmıştır.

(b) Gerçek durumun manuel ve HP modeli olmak üzere iki çözümü ile de ilgili hedefe ulaşma derecesi %100 olarak elde edilmiştir.

6- Her grupta en az 1 öğrenci MS Access bilgisine sahip olmalı

(a) İdeal durumda HP modeli ile elde edilen sonuca göre proje gruplarının %41'i MS Access bilgisi olmayan öğrencilerden oluşmuştur. Grupların %59'unda en az 1 öğrenci BP konusunda yeterli bilgiye sahiptir.

(b) Gerçek durumun manuel çözümünde ilgili hedeften %43 oranında sapılmıştır ve grupların %57'sinde en az bir öğrenci MS Access konusunda yetkindir. HP modeli ile elde edilen sonuçta ise %30'luk sapma gözlenmiştir. Yani bu çözüme göre proje gruplarının %70'i MS Access konusunda yeterli düzeydedir.

7- Öğrenci tercihleri olabildiğince sağlanmalı

(a) İdeal durumda HP modeli ile öğrenciler için ortalama tercih skoru 2.33 olarak bulunmuştur.

(b) Gerçek durumun manuel çözümünde bu skor 2.72, HP modeli çözümünde 2.04 olarak elde edilmiştir.

Öğrenci atamalarının yapılmasından sonra problemin ikinci aşaması olan akademik danışman atamaları için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çizelge 5.2.'de akademik danışman - proje atamaları ile ilgili, mevcut sistemde manuel işlemlere elde

edilen sonuçların performansı ile ideal ve gerçek durumda HP modeli ile elde edilen sonuçların performans karşılaştırmaları görülmektedir.

Değerlendirme modelde kullanılan 2 farklı kriter açısından yapılmıştır.

- Hedef 1 Akademik danışmanların tercihleri olabildiğince sağlanmalı
- Hedef 2 her akademik danışmana n_T adet proje atanmalı (İdeal durumda $n_T=5$ gerçek durumda $n_T=4$)

Çizelge 5.2. Akademik danışman - proje atamasının değerlendirme tablosu-1

| Hedef | İdeal Çözüm (HP Modeli) | Gerçek Çözüm (Manuel) | Gerçek Çözüm (HP Modeli) | En İyi Çözüm |
|-------|-------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------|
| 1- | 3,41 | 4,11 | 2,65 | 2,65 |
| 2- | 0-1-(6)-4 | 0-(9)-2-0 | 1-(7)-3-0 | 0-(9)-2-0 |

Çizelge 5.2.'ye göre elde edilen sonuçların hedefler açısından değerlendirilmesi şöyledir:

1- Akademik danışmanların tercihleri olabildiğince sağlanmalı

(a) İdeal durumda HP modeli ile akademik danışmanların ortalama proje tercih skoru 3.41 olarak elde edilmiştir.

(b) Gerçek durumda bu skor manuel çözümde 4.11 olarak gözlenirken, HP modeli ile elde edilen çözümde 2.65 bulunarak oldukça iyi bir sonuca ulaşılmıştır.

2- Her akademik danışmana n_T adet proje atanmalı, ilgili hedefte 1. değer 3 adet, 2. değer 4 adet, 3. değer 5 adet, 4. değer 6 adet proje grubuna sahip akademik danışman sayılarını göstermektedir. Dörtlü grup içinde parantez içinde yazılmış olan değer en iyi durumda elde edilmek istenen değeri göstermektedir

(a) İdeal durumda her akademik danışmana ortalama 5'er adet proje atanması beklenmektedir. HP Modeli ile elde edilen çözüme göre 6 akademik danışmana

istenen sayıda proje atanırken, 1 akademik danışmana istenen sayıdan 1 birim az, 4 akademik danışmana istenen sayıdan 1 birim fazla sayıda proje atanmıştır.

(b) Gerçek durumda her akademik danışmana ortalama 4'er adet proje atanması beklenmektedir. Manuel yapılan atama işlemi sonucunda göre 9 akademik danışmana istenen sayıda, 2 akademik danışmana istenen sayıdan 1 birim fazla sayıda proje atanmıştır. HP modeli ile elde edilen sonuçta ise 7 akademik danışmanın istenen sayıda, 1 akademik danışmanın istenenden 1 birim az, 3 akademik danışmanın istenenden 1 birim fazla sayıda projeye sahip olduğu görülmüştür.

5.4. Projelere Öğrenci Atamaları İçin Taşıma Modeli 1 Çözümleri

Gerçek durumun öğrenci ve akademik danışman ataması HP modeli ile çözüldükten sonra bu duruma karşılık gelebilecek alternatif bir çözüm yolu olan taşıma modeli geliştirilmiştir.

Uygulanan yeni modele göre ideal durumun matematiksel modeli sonuçları üzerinden iptal edilen projelerin çıkartılması ile açıkta kalan öğrencilerin geriye kalan projelerle eşleştirilmesi sağlanmıştır. Ek 11 oluşturulurken ideal durumda HP modeli ile elde edilen sonuçlar üzerinden iptal edilen projeler silinip, üzerine taşıma modeli ile elde edilen sonuçlar eklenmiştir. Böylece HP modeli yeniden çözdürülmeyip, sadece açıkta kalan öğrenciler üzerinden değerlendirme yapılarak mevcut gruplara atanması sağlanmıştır.

Ek 11'te öğrenci proje eşleşmesi için elde edilen taşıma modeli sonuçları görülmektedir.

Ek 11.'e göre 1 numaralı proje grubu için değerlendirme yapılırsa; İdeal durumun sonuçlarının gösterildiği Ek 7'de 1. proje grubunda 1. ve 3. öğrenciler yer alırken, gerçek durumda, proje iptalinden sonra, Ek 11.'te ilgili gruba 44. ve 47. öğrencilerin de eklendiği görülmektedir. Yeni durumda grubun yetkinliğinde GANO, BP ve Acces kriterlerine göre iyileşme gözlenirken, YD notu ve ortalama tercih skoru kriterlerine

göre kötüleşme gözlenmiştir. MS Excel kriteri her iki çözümde de yeterli düzeydedir. Diğer gruplar için de benzer değerlendirmeler yapılabilir.

Problemin ikinci aşaması olan akademik danışman - proje eşleşmesi için de benzer işlemler yapılarak taşıma modeli ile çözüme gidilmiştir.

5.5. Projelere Akademik Danışman Atamaları İçin Taşıma Modeli 2 Çözümleri

Projelerin iptal edilmesinden sonra akademik danışmanlar arasında eşitsizlik oluşmaması için öğrenciler için geliştirilen alternatif çözüm yaklaşımı akademik danışman ataması için de uygulanmıştır. Şöyle ki; ideal durumun HP modeli ile elde edilen çözümden iptal edilen projeleri çıkartılmış ve üzerine geri kalan projeler için uygulanan taşıma modeli ile elde edilen sonuçlar ilave edilerek Ek 12’de gösterilen yeni çözüm tablosu elde edilmiştir.

Ek 12’ye göre; 1. akademik danışmana 5., 29., 10., 17. olmak üzere 4 proje atandığı ve akademik danışmanın ortalama tercih skorunun 1 olarak elde edildiği görülmektedir. Diğer akademik danışmanlar için de benzer yorumlar yapılmaktadır. Ayrıca toplamda 9 akademik danışmana 4 proje (istenen sayı), 2 akademik danışmana 5 proje atandığı da Ek 12’de yer almaktadır.

5.6. Taşıma Modeli ile Elde Edilen Sonuçların Karşılaştırılması

HP modeli ile elde edilen çözümlerden sonra gerçek duruma karşılılık gelen alternatif bir çözüm yolu geliştirilmiştir. Bu çözüm yoluna göre, önceden HP modeli ile ataması yapılmış öğrencilerde proje değişikliği yaratılmaksızın, iptal edilen projelerden sonra açıkta kalan öğrencilerin, geri kalan projelere dahil edilmeleri hedeflenmiştir. Bu bölümde tamamen gerçek durum için elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Çizelge 5.3.’de öğrenciler için elde edilen sonuçların performans değerlendirmeleri görülmektedir.

Değerlendirme, HP ve taşıma modellerinde kullanılan 7 farklı hedef açısından yapılmıştır.

- Hedef 1 her gruba n_S adet öğrenci atanmalı
- Hedef 2 proje gruplarında GANO g_T kadar olmalı (Modelde bu değer 2.5 olarak alınmıştır)
- Hedef 3 her grubun YD not ortalaması en az sınır değerinde olmalı (Modelde bu değer $CB = 2.5$ olarak alınmıştır)
- Hedef 4 her grupta en az 1 öğrenci BP bilgisine sahip olmalı
- Hedef 5 her grupta en az 1 öğrenci MS Excel bilgisine sahip olmalı
- Hedef 6 her grupta en az 1 öğrenci MS Access bilgisine sahip olmalı
- Hedef 7 öğrenci tercihleri olabildiğince sağlanmalı

Çizelge 5.3. Öğrenci - proje atamasının değerlendirme tablosu-2

| Hedef | Gerçek Çözüm (Manuel) | Gerçek Çözüm (HP Modeli) | Gerçek Çözüm (Taşıma Modeli) | En İyi Çözüm |
|-------|-----------------------|--------------------------|------------------------------|--------------|
| 1- | 2-(9)-12 | 0-(14)-9 | 1-(12)-10 | 0-(14)-9 |
| 2- | 87% | 95% | 91% | 95% |
| 3- | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 4- | 87% | 87% | 96% | 96% |
| 5- | 100% | 100% | 100% | 100% |
| 6- | 57% | 70% | 70% | 70% |
| 7- | 2,72 | 2,04 | 2,62 | 2,04 |

Çizelge 5.3.'e göre elde edilen sonuçların hedefler açısından değerlendirilmesi şöyledir:

1- Her grupta n_S adet öğrenci olmalı; ($n_S=3$)

Gerçek durumda manuel çözüm ile elde edilen sonuca göre 9 adet proje grubuna istenen öğrenci sayısı kadar öğrenci atanırken, 12 adet proje grubuna istenenden fazla sayıda öğrenci ataması yapılmıştır. Buna ek olarak 2 proje grubuna da istenenden az sayıda öğrenci atanarak oldukça dengesiz bir dağılım elde edilmiştir. Gerçek durum için HP modeli ile 14 proje grubuna istenen sayıda öğrenci atanıp, 9 proje grubuna istenenden daha fazla öğrenci atanması gerçekleştirilmiştir. Taşıma modelinin, 12 adet proje grubuna istenen sayıda öğrenci ataması, sadece 1 grubun istenen düzeyden az olması ve 10 grubun

istenenden 1 birim fazla olması diğer iki çözüm yolu arasında orta düzeyde performansa sahip olduğunu göstermektedir.

2- Proje gruplarında GANO g_T kadar olmalı ($g_T = 2.5$)

Gerçek durumun manuel çözümünde GANO'ların 2.5'tan sapması %13 iken (memnuniyet=%87 (memnuniyet, olması istenilen durum yüzdesini tanımlamaktadır)), HP modeli çözümünde %5 olarak (memnuniyet=%95) bulunmuştur. Taşıma modeline göre ise sapma %9 olarak (memnuniyet=%91) elde edilmiştir.

3- Her grubun YD not ortalaması en az sınır değerde olmalı (sınır değer = 2.5)

Gerçek durumun manuel ve HP modeli olmak üzere iki çözümü ile ilgili hedefe ulaşma derecesi %100 olarak elde edilirken, taşıma modeli ile elde edilen sonuçta %100 olarak bulunmuştur.

4- Her grupta en az 1 öğrenci BP bilgisine sahip olmalı

Gerçek durumun manuel çözümü ve HP modeli çözümü ile elde edilen sonuçların ikisinde de %13'lük sapma gözlenmiştir. Gerçek durumdaki proje gruplarının %87'si BP konusunda yeterli düzeydedir. Ancak taşıma modelinde gözlenen sapma %4 olup memnuniyet düzeyi %96'dır ve bu kriter açısından oldukça iyi bir sonuçtur.

5- Her grupta en az 1 öğrenci MS Excel bilgisine sahip olmalı

Gerçek durumun manuel ve HP modeli olmak üzere iki çözümü ile ilgili hedefe ulaşma derecesi %100 olarak elde edilmiştir. Alternatif çözüm olarak değerlendirilen taşıma modeli ile de ilgili hedefe %100 oranında ulaşılmıştır.

6- Her grupta en az 1 öğrenci MS Access bilgisine sahip olmalı

(b) Gerçek durumun manuel çözümünde ilgili hedeften %43 oranında sapılmıştır ve grupların %57'sinde en az bir öğrenci MS Access konusunda yetkindir. HP ve taşıma modelleri ve ile elde edilen sonuçlarda ise %30'lük sapma

gözenmiştir. Bu iki çözüme göre proje gruplarının %70'i MS Access konusunda yeterli düzeydedir.

7- Öğrenci tercihleri olabildiğince sağlanmalı

Gerçek durumun manuel çözümünde öğrencilerin ortalama tercih skoru 2.72, HP modeli çözümünde 2.04 olarak elde edilmiştir. Taşıma modeli sonucu ise 2.62 olup diğer iki çözüm yollarına göre ara değerdedir.

Taşıma modeli ile öğrenci atamalarının yapılmasından sonra problemin ikinci aşaması olan akademik danışman atamaları için elde edilen sonuçlar Çizelge 5.4.'te karşılaştırılmıştır.

Değerlendirme, modelde kullanılan 2 farklı kriter açısından yapılmıştır.

- Hedef 1 Akademik danışmanların tercihleri olabildiğince sağlanmalı
- Hedef 2 her akademik danışmana n_T adet proje atanmalı (İdeal durumda $n_T=5$ gerçek durumda $n_T=4$)

Çizelge 5.4. Akademik danışman - proje atamasının değerlendirme tablosu-2

| Hedef | Gerçek Çözüm (Manuel) | İdeal Çözüm (HP Modeli) | Gerçek Çözüm (Taşıma Modeli) | En İyi Çözüm |
|-------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|--------------|
| 1 | 4,11 | 2,65 | 3,30 | 2,65 |
| 2 | 0-(9)-2-0 | 1-(7)-3-0 | 0-(9)-2-0 | 0-(9)-2-0 |

Çizelge 5.4.'e göre elde edilen sonuçların hedefler açısından değerlendirilmesi şöyledir:

1- Akademik danışmanların tercihleri olabildiğince sağlanmalı,

Gerçek durumda akademik danışmanların tercih skoru manuel çözümde 4.11 olarak gözlenirken, HP modeli ile elde edilen çözümde 2.65, taşıma modeli ile elde edilen çözümde 3.30 olarak elde edilmiştir.

2- Her akademik danışmana n_T adet proje atanmalı,

Gerçek durumda her akademik danışmana ortalama 4'er adet proje atanması beklenmektedir. Manuel yapılan atama işlemi sonucunda göre 9 akademik danışmana istenen sayıda, 2 akademik danışmana istenen sayıdan 1 birim fazla sayıda proje atanmıştır. HP ve taşıma modelleri ile elde edilen sonuçlarda 7 akademik danışmanın istenen sayıda, 1 akademik danışmanın istenenden 1 birim az, 3 akademik danışmanın istenenden 1 birim fazla sayıda projeye sahip olduğu görülmüştür.



5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada ele alınan problem iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşaması öğrencilerin projelere atanması, ikinci aşaması ilgili projelere akademik danışmanların atanmasıdır. Bu iki aşama, birbirinden bağımsız iki atama problemi olarak ele alınabilir.

Her iki problem için de temel olarak hedef programlama ve taşıma modeli bazlı iki farklı çözüm yaklaşımı önerilmiştir. Ayrıca mevcut sistemde proje atamalarından sonra bazı projeler çeşitli sebeplerden dolayı iptal edildiği için gerçek veriler üzerinden doğru sonuçlar elde etmek adına hem HP modeli ile hem de taşıma modeli ile ideal ve gerçek olarak değerlendirilen durumlar için iki farklı çözüm elde edilmiştir.

Bu şekilde elde edilen çözümler, gerçek hayatta elde edilen çözümler ile karşılaştırılmıştır. Genel anlamda modellerden elde edilen sonuçların manuel olarak ulaşılan sonuçlardan çok daha iyi olduğu gözlenmiştir. Ayrıca atama işlemlerinin matematiksel modellerle kullanılarak gerçekleştirilmesinin, kullanılan insan kaynağı ve harcanan süre hesaba katıldığında mevcutta uygulanan yöntemle göre daha verimli olacağı düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda, mevcut sistemde daha geniş boyutta çözüm elde edebilmek için, mevcut probleme proje beklentileri eklenebilir ve bu beklentileri karşılayabilecek aday öğrencilerde aranacak kriterler, detaylandırılıp, form dolumu yöntemi ile değil de lisans hayatları boyunca almış oldukları derslerle ilişkiler kurularak gerekli verilerin otomasyon sistemleri üzerinden elde edilmesi sağlanabilir.

Ayrıca incelenen bu problem gerçek hayatta çok daha büyük modeller için çalıştırılabilir, farklı koşullar için uyarlanıp, konu olan kriterler değiştirilebilir, istenen duruma göre farklı seneryolar oluşturularak çok farklı çözümler elde edilebilir.

KAYNAKLAR

Abrami, P. C., et al., 1995. Classroom connections: understanding and using cooperative learning. *Toronto: Harcourt Brace.*

Alp, S., 2008. Doğrusal hedef programlama yönteminin otobüsle kent içi toplu taşıma sisteminde kullanılması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 7 (13): 79-91.

Askin, R. G. & Sodhi, M. (1994). Organization of teams in concurrent engineering. In R. Dorf, & A. Kusiak (Eds.), *Handbook of manufacturing and automation. New York: Wiley.*

Aouni, B., Kettani, O. 2001. Goal programming model: a glorious history and a promising future. *European Journal of Operational Research*, 133: 225-231

Bacon, D. R., Stewart, K.A., and Anderson, E.S., 2001. Methods of assigning players to teams: a review and novel approach. *Journal of Simulation and Gaming*, 32 (1), 6-17.

Bakır, M. A., Altunkaynak, B. 2003. Tamsayılı Programlama: Teori, Modeller ve Algoritmalar, *Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.*

Balinski, M. L., Gomory, R. E. 1964. A primal method for the assignment and transportation problems. *Institute for Operations Research and the Management Sciences*, 10 (3): 578-593

Berberler, M. E., Uğurlu, O., Kızılateş, G. 2012. Macar Algoritmasının Sıfırları Kapatma Alt Yordamı Üzerine. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 18 (2): 85-94

Bianey, C., Ulloa, R., Adams, S. G. 2004. Attitude toward teamwork and effective teaming. *Team Performance Management*, 10 (7/8): 145-151.

Blowers, P. 2003. Using student skill self-assessments to get balanced groups for group projects. *College Teaching*, 51 (3) : 106-110.

Borges, J, Dias, G. T., Frias, R. R., 2009. A new group-formation method for student projects. *European Journal of Engineering Education*, 36 (6): 573-585.

Bozbura, F. T., Beskese, A., & Kahraman, C. (2007). Prioritization of human capital measurement indicators using fuzzy AHP. *Expert Systems with Applications*, 32 (4), 1100-1112.

Charnes A., Cooper W. W., 1957. Management Models and Industrial Applications of Linear Programming. *Management Science*, 4(1): 38-91.

Charnes A., Cooper W. W., Ferguson R., 1955. Optimal estimation of executive compensation by linear programming. *Management Science*, 1: 138-151.

- Comer, D. R. (1995).** A model of social loafing in real work groups. *Human Relations*, 48(6), 647-667.
- Dağdeviren, M., Eren, T. 2001.** Tedarikçi firma seçiminde analitik hiyerarşi prosesi ve 0-1 hedef programlama yöntemlerinin kullanılması. *Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der.*,16(2): 42-52.
- Delson, N. J., 2001.** Increasing team motivation in engineering design courses. *International Journal of Engineering Education*, 17 (4, 5): 359-366.
- Fitzpatrick, E., L., Askin, R., G. 2005.** Forming effective worker teams with multi-functional skill requirements. *Computers & Industrial Engineering*, 48: 593-608.
- Flood, Merrill, M. 1956.** The Travelling Salesman Problem. *Operations Research*, 4: 61-75.
- Ford, L. R., JR., Fulkerson, D. R. 1957.** A Simple Algorithm for Finding Maximal Network Flows and an Application to the Hitchcock Problem, *Canadian Journal of Mathematics*, 9: 210-218.
- Güngör, İ. 2003.** Çok amaçlı atama problemlerine bir çözüm önerisi. *G.Ü. İ.İ.B.F. Dergisi* 1: 37-52.
- Huxland, M., Land, R., 2000.** Assigning students in group work projects. Can we do beter than random? *Inovations in Education and Teaching International*, 37(1): 17-22.
- Ignizio J. P., 1976.** Goal Programming and Extensions, Lexington Mass: Heath, *Lexington Books, Lexington, MA*.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., Smith, K. A., 1991.** Active learning: Cooperation in the college classroom. *Interactions Book (LIVRO)*, ISBN: 978-0939603145
- Jones D. F., Mirrazavi S. K., and Tamiz M. 2002.** Multi-Objective Meta-Heuristics: An Overview of The Current State-of-The-Art. *European Journal of Operational Research*, 137 (1): 1-9.
- Kara, İ. 2000.** Doğrusal Programlama. *Bilim Teknik Yayınevi, Ankara*.
- Katzenbach, J. R., Smith, D. K. 1993.** The discipline of teams. *Harvard Business Review*, 111-120.
- Kuhn, H. W. 1955.** The Hungarian Method for the Assignment Problem. *Naval Research Logistics Quarterly*, 2: 83-97.
- Kungel, J.G., Shafer, W.E. 1997.** Effects of student team learning in undergraduate auditing courses. *Journal of Education for Business*,72(4): 197-200.
- Lee, S. M., Clayton, E. R. 1972.** A goal programming model for academic resources allocation. *Management Science*, 18 (8), B395-B408.

- Lee, S. M., 1972.** Goal Programming for Decision Analysis, Auerbach Pub.
- Luis, E., Agustin-Blas, Sancho Salcedo-Sanz, Emilio, G., Ortiz-Garcia, Antonio Portilla-Figueras, Angel, M., Perez-Bellido, 2009.** A hybrid grouping genetic algorithm for assigning students to preferred laboratory groups. *Expert Systems with Applications*, 36: 7234-7241.
- Meredith, J. & Mantel, S. (2002).** Project management a managerial approach. *New York: John Wiley*.
- Metheny D., Metheny W., 1997.** Enriching Technical Courses with Learnig Teams, *College Teaching*, 45 (1): 32-35.
- Munkres, James. 1957.** Algorithms for the assignment and transportation problems. *Journal of the Society for Industrial and Applied Mathematics*, 5: 32-38.
- Naveh, Y., Richter, Y., Altshuler, Y., Gresh, D. L., Connors, D. P. 2007.** Workforce optimization: Identification and assignment of professional workers using constraint programming. *IBM J. RES. & DEV.*, 51: 3/4.
- Norman, B. A., Tharmmaphornphilas, W., Needy, K. L., Bidanda, B., Warner, R. C., 2002.** Worker assignment in cellular manufacturing considering technical and human skills. *International Journal of Production Research*, 40 (6): 1479-1492
- Pardoe, I., 2006.** Forming small class groups using multidimensional scaling. In: Proceedings of the ICOTS, *International Conference on the Teaching of Statistics*. IASE (International Association for Statistical Education),
- Pettersen, M. (1991).** Selecting project managers: An integrated list of predictors. *Project Management Journal*, 22 (2), 21-26.
- Saraç, T., Özçelik, F., 2012.** Ders proje gruplarının oluşturulması için bir matematiksel model. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 24 (1): 2-11.
- Smith, K.A., 1989.** The craft of teaching cooperative learning: an active learning strategy. In: Proceedings of the IEEE Frontiers in Education Conference, IEEE. DOI: 10.1109/FIE.1989.69400, 188-93.
- Tamiz, M., Jones, D., Romero, C., 1998.** Goal programming for decision making: an overview of the current state-of-the-art. *European Journal of Operational Research*, 111(3): 569-581.
- Thomas, M., Hughes, S. G., Hart, P. M., Schollar, J., Keirle, K., Griffith, G. W. 2001.** Group project work in biotechnology and its impact on key skills. *Journal of Biological Education*, 35 (3), 133-140.
- Turanlı, M. ve Köse, A., 2005.** Doğrusal hedef programlama yöntemi ile türkiye'deki sigorta şirketlerinin performanslarının değerlendirilmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4, 7, 19-39.

Tütek, H. H., Gümüőöglu, Ő. 2000. Sayısal Yöntemler Yönetmel Yaklaşım, *Beta Basım A.Ő.*, İstanbul.

Zahedi, F., 1987. A Utility Approach to The AHP. *Mathematical Modelling*, 9,(3-5): 387-395.

Wi, H., Oh, S., Mun, J., Jung, M. 2009. A team formation model based on knowledge and collaboration. *Expert Systems with Applications*, 36: 9121-9134.

Winston W., L., 2003. Operation Research Applications and Algorithms. *Duxbury Press*, 4. Basım.

Wesner, J. W., et al., 2001. 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.



EKLER

EK 1 Öğrenci - Proje Tercih Matrisi

Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 2 Öğrenci Yetkinlik Bilgileri
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 3 Akademik danışman - Proje Tercih Matrisi
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 4 Kriterlere bağlı, olası durumlara karşılık gelen maliyet değerleri - (öğrenci ataması için)

Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 5 Taşıma modeli için öğrenci - proje maliyet matrisi

Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 6 Kriterlere bağlı, olası durumlara karşılık gelen maliyet değerleri - (akademik danışman ataması için)

Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 7 İdeal Durum için öğrenci-proje atama modelinin sonuçları
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 8 Gerçek durum için öğrenci-proje atama modelinin sonuçları
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 9 İdeal Durum için akademik danışman - proje atama modelinin sonuçları
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 10 Gerçek durum için akademik danışman - proje atama modelinin sonuçları
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 11 Gerçek durum için taşıma modeli ile elde edilen öğrenci - proje atamaları
Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



EK 12 Gerçek durum için taşıma modeli ile elde edilen akademik danışman - proje atamaları

Bknz: 10092642.rar (Ekler klasörü)



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Çağla Rodoplu

Doğum Tarihi ve Yeri: Bursa – 01.01.1990

Eğitim Durumu:

Lise: Ulubatlı Hasan Anadolu Lisesi (2004-2008)

Lisans: Uludağ Üniversitesi – Endüstri Mühendisliği (2008-2013)

Yüksek Lisans: Uludağ Üniversitesi – Endüstri Mühendisliği (2013-2015)

Çalıştığı Kurum: Mikropor Filters

İletişim: caglaozkardes@gmail.com

Yayınlar: **Yayınlar Özkardes, Ç.,Erkılıç,S., Şakar, C., Aras, C., Aksoy, A., 2013.** Standard Work Study in Physical Logistics Area: *An Application of Automotive Equipment Manufacturer International Journal of Engineering Research* (ISSN : 2319-6890): 2 (5) : 310 - 315