

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

**ATÖLYE TİPİ ÜRETİMDE TEZGAHLARA OPERATÖR
ATANMASI PROBLEMİNİN YETKİNLİK ANALİZİ
TABANLI MACAR ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çiğdem CEBECİ

Enstitü Anabilim Dalı

: ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Tez Danışmanı

: Dr. Öğr. Üyesi Seher ARSLANKAYA

Şubat 2022

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

**ATÖLYE TİPİ ÜRETİMDE TEZGAHLARA OPERATÖR
ATANMASI PROBLEMİNİN YETKİNLİK ANALİZİ
TABANLI MACAR ALGORİTMASI İLE ÇÖZÜMÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Çiğdem CEBECİ

Enstitü Anabilim Dalı : ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 03.02.2022 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı

Üye

Üye

BEYAN

Bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkasının eserlerinden alıntı durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki tezden alınmadığını, bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Çiğdem CEBECİ

03.02.2022

TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarımın tamamlanabilmesi, benim için çok değerli birkaç kişinin ilgileri, destek ve katkılarıyla mümkün olabildi. Yüksek lisans öğrenimim süresince, desteğini hiçbir zaman benden esirgemeyen, sınırsız sabrı ve hoşgörüsüyle, sürekli eğiten, öğreten ve yönlendiren danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Seher ARSLANKAYA'ya teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER	ii
ŞEKİLLER LİSTESİ	iv
TABLolar LİSTESİ.....	v
ÖZET.....	vi
SUMMARY	vii
 BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
 BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ.....	3
 BÖLÜM 3.	
MATERYAL VE YÖNTEM	7
3.1. Materyal	7
3.2. Yöntem	7
3.3. Yetkinlik Kavramı	8
3.4. Atama Modeli	9
3.4.1. Macar algoritması	12
3.4.2. Macar algoritması uygulama adımları	12
3.5. Problemin Çözümü için Geliştirilen Model.....	15
3.6. Çalışmada Önerilen TAN Yetkinlik Talimatı Modeli (TAN)	15
3.6.1. TAN Yetkinlik talimatı modeline göre performans puanlarının hesaplanması	16

BÖLÜM 4.

ARAŞTIRMA BULGULARI	23
4.1. Firma Hakkında	23
4.2. TAN Yetkinlik talimatı modeline göre performans puanlarının hesaplanması.....	23
4.3. Lingo Programında Çözümü.....	49
4.3.1. Macar algoritması yöntemi ile operatörlerin tezgahlara atanması işleminin lingo program çözümü ile manuel çözümünün karşılaştırılması.....	52

BÖLÜM 5.

TARTIŞMA VE SONUÇ	54
KAYNAKLAR	56
ÖZGEÇMİŞ	59

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Macar Algoritması [30].	14
--	----



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. TAN yetkinlik talimatı modeli.....	19
Tablo 3.2. İş tecrübesi puan tablosu.....	20
Tablo 3.3. Grup 1 için ekipman kullanabilme puan tablosu.	21
Tablo 3.4. Grup 2 için ekipman kullanabilme puan tablosu.	21
Tablo 3.5. TAN yetkinlik modeli uygulama puan tablosu.....	21
Tablo 3.6. TAN yetkinlik modeli performans puan tablosu.	22
Tablo 4.1. Operatör 1 Yetkinlik Puan Tablosu	44
Tablo 4.2. Operatör 2 Yetkinlik Puan Tablosu	45
Tablo 4.3. Operatör 3 Yetkinlik Puan Tablosu	46
Tablo 4.4. Operatör 4 Yetkinlik Puan Tablosu	47
Tablo 4.5. TAN yetkinlik talimatı modeline göre operatörlerin performans puanları.	47
Tablo 4.6. Macar algoritması uygulama tablosu.....	48
Tablo 4.7. Macar algoritması işlem tablosu.....	48
Tablo 4.8. Macar algoritması satır işlemleri.	48
Tablo 4.9. Macar algoritması yöntemi ara işlem tablosu.	48
Tablo 4.10. Macar algoritması sütun işlemleri.....	49
Tablo 4.11. Macar algoritması yöntemi uygulama sonuç tablosu.	49
Tablo 4.12. Macar algoritması yöntemi uygulama sonuç tablosu.	53
Tablo 5.1. Polivalans tablosu.	54

ÖZET

Anahtar kelimeler: Yetkinlik analizi, Macar yöntemi, Lingo programı

Doğru işe doğru adayın seçilmesi, alternatifler arasından en uygun adayın seçilmesine yardımcı olacak bir modelin kurulmasına bağlıdır. Bu çalışmada, alüminyum üretimi yapan bir fabrikada, üretimde çalışan dört operatör için yetkinlik ölçüm değerlerini kullanarak operatörleri Macar algoritması yöntemiyle çelik, torna, cnc ve ısıtım işlem tezgâhlarına ataması gerçekleştirilmiştir. Operatör yetkinliklerini ölçmek için TAN yetkinlik talimatı hazırlanmıştır. Tez çalışması için hazırlanan bu talimat daha önce örneğine rastlanılmadığından ötürü çalışmaya öznellik katmıştır. Yapılan bu çalışmayla istenilen sonuç organizasyon yönetiminde alınacak kararlarda ve iş dağılımlarında maksimum iş verimini yakalayabilmek, operatörlerin yetkinliklerini ölçmek, yetkinliklerin sonuçlarına göre yöneylem araştırmasının Macar algoritması yöntemini kullanarak, işlere en uygun personellerin atamasını yapmaktır. Bu teknik, işletme yönetimine kaynakları optimum şekilde kullanabilme imkanı sunar. Macar yöntemi algoritması manuel ve lingo programında çözülmüştür. Sonuçlar karşılaştırılarak, sonraki çalışmalarda neler yapılabileceği, personel sayısının fazla olduğu işletmelerde hangi yöntemin kullanılabileceği hakkında bilgi verilmiştir. Oluşturulan model ile üretimde çalışan personellerin, yetkinlikleri objektif bir biçimde sıralanmıştır. Önerilen model ile atama sürecinde başka pozisyonlara da uyarlanabilir olduğu sonucuna varılmıştır.

SOLUTION OF THE PROBLEM OF ASSIGNING OPERATORS TO THE MACHINES IN WORKSHOP TYPE PRODUCTION WITH A COMPETENCE ANALYSIS BASED HUNGARY ALGORITHM

SUMMARY

Keywords: Competency analysis, Hungarian method, Lingo program

Choosing the right candidate for the right job depends on establishing a model that will help select the most suitable candidate among the alternatives. In this study, using the competence measurement values for four operators working in the production in an aluminum production factory, the operators were assigned to steel, lathe, CNC and heat treatment benches using the Hungarian algorithm method. TAN competency instruction has been prepared to measure operator competencies. This instruction, which was prepared for the thesis study, has added subjectivity to the study since no example has been encountered before. The desired result with this study is to achieve maximum work efficiency in the decisions to be taken in the organization management and in the work distribution, to measure the competencies of the operators, to assign the most suitable personnel to the jobs by using the Hungarian algorithm method of the operations research according to the results of the competencies. This technique offers the business management the opportunity to use the resources in an optimum way. Hungarian method algorithm is solved in manual and lingo program. By comparing the results, information is given about what can be done in future studies and which method can be used in enterprises with a large number of personnel. With the model created, the competencies of the personnel working in production are listed in an objective way. With the proposed model, it was concluded that it can be adapted to other positions in the assignment process.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsan kaynakları fonksiyonları arasında yer alan personel seçimi önemli bir yere sahiptir. İnsan organizasyonların başarılı olabilmesinde bu denli önem arz eden insan unsurunun, doğru işlere, doğru insan seçimi, başarı yolunda en önemli etkindir. İnsan kaynakları fonksiyonları arasında yer alan, yetenek yönetimi, insan unsurunun, doğru zamanda doğru kişinin doğru yerde olmasını gerçekleştirmek olarak nitelendirilebilir. Bu çalışmanın amacı, alüminyum profil üreten bir işletmede yetkinlik analizi yaparak uygun işe uygun personel atamasını sağlayacak bir model oluşturmaktır.

Yetkinlik esaslı performans değerlendirmede, çalışanların performansları gözlem yolu ile ölçüldüğünden ötürü, kolaylık sağlayan bir faaliyettir. Bu ölçümün temel sebebi, personellerde mevcut performans düşüklüklerinin tespiti ve performansı artırmak için gerekli olan eğitimin verilmesini sağlamaktır. Eğitim çalışmaları, personellere yeni yeterlilikler katacağı gibi, mevcut olan yeteneklerini geliştirmeyi hedefler. Bu yöntem, yüksek performans gösteren personelleri ayırt eder ve aynı zamanda diğer çalışanların da bu seviyeye yükselmesini sağlar. Yetkinliklerin değerlendirilmesi, organizasyonların gelecekteki personel yönetimi hakkında yol gösterir.

Bu çalışmada yetkinlik analizinin matematiksel modeli kurularak macar yöntemiyle uygulaması yapılmıştır. Modelin oluşturulmasında, yetkinlik analizi talimatı hazırlanarak bu talimata göre çalışanların performans puanları hesaplanmıştır. Oluşturulan model ile üretimde çalışan dört personelin yetkinlikleri sıralamıştır.

Tez çalışmasının birinci bölümünde çalışma konusu hakkında genel bilgi verilmiştir. İkinci bölümde bu konu ile ilgili daha önce yapılan çalışmalara değinilmiştir. Üçüncü bölümde problemin tanımı ele alınmış, matematiksel model ve uygulanacak olan yöntem hakkında bilgi verilmiştir. Dördüncü bölümde geliştirilen model kullanılarak

alüminyum profil üreten bir işletmedeki personel yetkinliklerinin ölçümü ve sonuçlarına yer verilmiştir. Son bölümde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilerek çalışmanın getireceği faydalardan bahsedilmiş, gelecekte yapılabilecek alternatif çalışmaların neler olabileceği hakkında bilgi verilmiştir.



BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Çalışmalarında merkezi atama sisteminin çok önemli özelliği olan Macar yöntemini kullanarak, 2016 yılını içeren üniversiteleri program listelerine göre sıralamak için bir metot geliştirmişlerdir. Bu yöneme göre bir öğrenci puan sınırına ulaşan ilk programa kabul edilecektir. Bu sisteme katılan tüm öğrencilerden, göstergeler arasında çoklu doğrusal uzak olup, Macar yöntemine göre fakülteleri yüksekten aşağıya sıralamak için uygulanmıştır. En küçük kareler yöntemi ile üniversiteleri ve fakülteleri, öğrencilerin puan ve tercihlerine göre sıralamaları yapılmıştır [1]. Çok kriterli karar verme yaklaşımı ve personel atama sorunu konulu makale çalışmasında, pozisyonlar ve seçilen çalışanlar arasındaki farklılıklar eş zamanlı olarak değerlendirilmiştir. Adaylar ile pozisyon eşleşmesinin en iyi sonucu almak hedef alınmıştır. Çok kriterli karar verme yaklaşımı, ikili tamsayı programlama, BOBIP modeli ve sezgisel algoritma (FBOGP) yöntemleri ile uygulama örneği çözülmüştür. Çalışmanın sonucunda çalışanları doğru pozisyonlara atanması için uygulanması gereken yöntemler açıklanmıştır [2]. Çalışmasında atama modeli ve Macar yönteminin tanımını yaparak, spor yönetimindeki vakalarla atama modelini spor dallarına yönelik uygulama çalışması yapmıştır. Beden eğitimi ve matematik alanındaki dört öğretmeni, beş farklı kursa, Macar yöntemi ile ataması yapılmıştır. 1. ders için 4. öğretmeni, 4. ders için 3. öğretmeni, 2. ders için 2. öğretmeni, 3. ders için 1. öğretmenin atamasını gerçekleştirilmiştir [3]. Yaptıkları çalışmada çalışanlar arasındaki yeteneklerin farkı ne kadar az olursa, yapılan işin verimi o kadar yüksek olacaktır düşüncesiyle çalışanların yetkinliklerini ölçmüşlerdir. Ardışık iki makine üzerinde veya arasında işlerin süresini ve toplam akış süresini en aza indirmek amacıyla Macar ceza yöntemini kullanarak başlangıç iş çizelgesi oluşturulmuştur [4].

Finlandiya'daki hemşirelerin hemşirelik bilişimi yeterliliklerini ölçen ve araştıran konulu çalışmada, hemşirelerin bilişim yetkinlikleri dört madde ile ölçerek,

terminolojiye dayalı dokümantasyon, hastayla ilgili dijital çalışma, genel BT yeterliliği ve hemşirelerin genel hemşirelik bilişimi yetkinliğine sahip değişkenler belirlenmiştir. Ayrıca dört özel yetkinliğe sahip maddeler ayrı ayrı kovaryans analizi ile incelenmiştir. Finlandiya'nın hemşirelik bilişimi eğitimi sayesinde, yeni hemşirelik mezunlarının bilişim yeterlilikleri ve potansiyel hemşirelik mesleğinin artmasına yol açmıştır [5]. Yetkinlik ölçümü ile ilgili çalışmada ilk olarak 101 maddelik soru havuzu oluşturularak, 65 madde olan aday ölçek hazırlanmıştır. Yetkinlik puanlarını hesaplamak için bulanık mantık yaklaşımını kullanmıştır. Ölçekten elde edilen sonuçlar klasik mantık ile değerlendirilmiş ve yetkinlik puanları hesaplanmıştır. Bulanık mantık yaklaşımı ve klasik mantık yaklaşımı ile elde edilen sonuçları analiz ederek, aralarında farklılıklar olduğunu tespit etmiştir [6]. Yaptıkları çalışmada PIAAC yetkinliklerini okuryazarlık, aritmetik ve muhakeme ile karşılaştırılarak yorumlamışlardır. PIAAC yeterliliklerinin muhakeme ve algısal hız ile örtüşen ortak faktör ve alana özgü faktörler olarak belirlemişlerdir. Sonuç olarak, PIAAC okuryazarlığı için amaçlanan test puanı yorumunun geçerliliğini desteklerken, PIAAC aritmetiği için sonuçlar yeterli çıkmamıştır [7]. Okuryazarlık ve aritmetik yeterliliklerinin ölçülmesi üzerine 903 kişiye test uygulamış, PIAAC'dan (Uluslararası Yetişkinlerin Değerlendirilmesi Programı) test puanları ile okuryazarlık ve aritmetik gibi yeterlilikleri değerlendirmişlerdir. Muhakeme ve algısal hız ile örtüşen ortak faktörler arasında ilişki analizi yaparak, yeterliliklerin sonuçlarına göre eğitim sisteminin güçlü ve zayıf yönleri tesbit edilmiştir [8]. Topsis, Ahp ve Macar algoritmaları kullanılarak, karar destek modeli hazırlanmıştır. Metodoloji üç bölüm olarak hazırlanmış, birinci bölümde tayin kriterleri belirlenmiş, AHP yoluyla bunların ağırlıkları hesaplanmıştır. İkinci bölümde TOPSIS metodu ile atama puanlarının hesaplanmıştır. Üçüncü bölümde ise Macar metodu uygulayarak sonuca ulaşılmıştır [9].

Yaptıkları çalışmanın amacı dengesiz atama problemlerini çözmek ve Macar yöntemini kullanarak bir makineye birden fazla iş atama işlemi gerçekleştirmek ve modifiye edilmiş bir Macar yöntemi sunmaktır. Dengesiz atama problemlerini çözme yöntemi, işlerin makinelere atanması ve önerilen yöntem için aşamalı bir algoritma kullanmışlardır. Bu yöntem karar vericiye tüm işlerin yürütüleceği ve toplam maliyetin en aza indirildiği bir yol sunmaktadır. Geliştirilen algoritma da Java SE 11'de

kodlanmıştır. Elde edilen sonuç sayesinde algoritmanın üstünlüğünü göstermek için mevcut birkaç yöntemle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, Kumar vd. (yıl) tarafından yapılmıştır. Elde edilen toplam maliyetler sırasıyla 1550, 1550 ve 1520 iken önerilen yaklaşımı kullanarak elde edilen toplam minimum maliyet ise sadece 1470'tir [10].

Çalışmasında, çok yetenekli çalışanların yetkinliklerine bağlı performansları dikkate alınarak, bir analitik model kurmak ve sonucunda Performans Değerlendirme Algoritması (PEA) hazırlamaktır [11].

Çalışmalarında, çalışan gruplaması, hücre yükleme ve görev ataması aynı anda çözülerek çok vasıflı işçi atama problemini çözmüşlerdir. Çalışanlar arası iş yükü dengesini iyileştirmek, matematiksel modeli doğrulamak için sayısal bir örnek üzerinde çalışılma yapılmıştır. Sayısal örnek toplam ağırlıklı yöntemle çözülmüştür. İşçilerin iş yükü dengesi konusundaki yetkinliği, hesaplama sonuçlarına göre analiz edilmiştir [12].

Çalışmalarında, insan kaynakları departmanı tarafından inşaat sektöründeki dört farklı ünvan için (proje yöneticisi, mühendis, teknisyen ve işçi) yetkinlik kriterleri modeli hazırlayarak yetkinliğe dayalı seçim ve atama işlemleri gerçekleştirmişlerdir. Karar verme iki aşamada gerçekleştirilerek, karar verme sürecini değerlendirmek için bulanık bir Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) uygulamışlardır. Yetkinlik kriterleri ve yetkinlik oluşturmak için bir uyarlanabilir Nöro-Bulanık Çıkarım Sistemi (ANFIS) hazırlanarak, bulanık çıkarım sisteminin IF-THEN kuralları uygulamışlardır. Sinir ağını eğitmek için hibrit öğrenme algoritmasını kullanmışlar, bulanık mantık nitel yaklaşımı ve sinir ağı uygulanabilirliğini sağlamışlardır [13].

Çalışmalarında, çok şubeli büyük hastanelerin polikliniklerinde çalışan hekim ve sağlık personelinin çalışma çizelgelerini yapmışlardır. Hekimlerin çalışma verimliliğini artırmak için her bir hekim için mesai saatleri içinde bir sağlık personeli bulundurulacaktır. Hastanenin talebini ve mevcut kaynaklarını, hekim ve sağlık personelinin iş yükünü vb. kısıtlar olarak dikkate almakta ve amaç, hekimlerin

memnuniyetsizliğini en aza indirmektir. Problemi çözmek için kullanılan yöntem, Sinüs Kosinüs Algoritmasını (SCA) ve Yinelenene dayalı değişken komşuluk aramasını (VNS) birleştiren meta-sezgisel algoritmadır. (SCA-VNS). Doktor ve sağlık personeli atamalarını yapmak için Macar algoritması önerilmiştir. Hesaplamalı deneyler sayesinde, mevcut doktorlar ve tıbbi personel çizelgeleri oluşturulmuş ve diğer karşılaştırılan algoritmalarından daha iyi performans gösterdiği tesbit edilmiştir [14].

Çalışmalarında, tekrarlanan atama problemi olan (RAP) ele almışlardır. Doğrusal atama probleminin K-kat tekrarı (LAP), hiçbir atamanın yapılamayacağı ek kısıtlama ile birden fazla kez tekrarlanarak formüle edilmiştir. Literatürde bu problem (düzlemsel) m-katman 3-indeks atama problemi olarak bilinmektedir [15].

Çalışmalarında, çok kriterli karar verme yaklaşımı ile personel ataması gerçekleştirmişlerdir. Pozisyonlar ve seçilen çalışanlar arasındaki en iyi eşleşme gerçekleştirilerek, bulanık çift amaçlı hedef programlama (FBOGP) modeli, iki amaçlı bir ikili tamsayı programlama (BOBIP) modeli formüle etmişlerdir. Ağırlıklı kompozite belirlenen puanlar, BOBIP modeline dönüştürülerek çözüme ulaşmışlardır [16].

Çalışmalarında, matematiksel programlama modellerini kullanan insan kontrollü montaj hatlarında, robotların görev atamasının yapılarak ve döngü sürelerinin analizinin yapmışlardır. Robotların montaj hattı kapasitesi ve çevrim süresi üzerindeki etkileri incelemişlerdir. Hem görevlerin ataması yapılmış hem de çevrim süresindeki değişiklikler AIMMS modellemesinde analiz etmişlerdir [17].

BÖLÜM 3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Uygulama çalışması, Sakarya’da alüminyum üreten bir fabrikada çelik kesim, torna, cnc ve ısıt işlem tezgâhları kullanılmıştır.

3.2. Yöntem

Yapılan bu çalışmayla istenilen sonuç, organizasyon yönetiminde alınacak kararlarda ve iş dağılımlarında maksimum iş verimini yakalayabilmek için operatörlerin yetkinliklerini ölçmek, yetkinliklerin sonuçlarına göre, yöneylem araştırmasının Macar algoritması yöntemini kullanarak işlere en uygun personellerin atamasını yapmaktır. Bu teknik sayesinde, işletme yönetimi kaynaklarını optimum şekilde kullanabilme imkanı bulacaktır. İşletmeler bu sayede bu kaynakların (İşçi, iş, makine, satıcı veya diğer kaynaklar) optimum şekilde kullanılmasını sağlayacak bir atama gerçekleştirmesi sonucunda maliyetlerini minimum ya da karlarını maksimum yapacak iş dağılımlarını gerçekleştirebilirler.

İşletmelerin insan kaynakları fonksiyonlarını etkin ve verimli şekilde yürütebilmeleri, personel seçimi ve doğru işe doğru personel atama sürecini iyi yönetmelerine bağlıdır. Personel niteliğindeki iyileşme, işletmelerin rakiplerinin önüne geçmesini, kalitede artış ve zamanı iyi kullanabilme avantajlarını sağlar. Yöneylem Araştırması bir sistemin tasarımından uygulamasına kadar bütün faaliyetlerin nasıl yürütüleceğine ait problemlere karşı uygulanan bilimsel metotları içeren karar verme teknikleridir [18].

Bu çalışmada, çalışan personellerin yetkinliğini ölçmek için, matematiksel formülleri içeren polivalans (yetkinlik) talimatı hazırlanarak personellerin performans puanları hesaplanmıştır.

3.3. Yetkinlik Kavramı

Yetkinlik; olması gereken performansa ulaşmak için bilgi, beceri ve tutumları içeren ölçülebilir davranış ve tutum olarak tanımlanabilir. En iyi performansı ortaya çıkaran davranışları içermesinden ötürü, yetkinlik, bilgi olarak değil de, bilginin başarı getirecek davranışlar olduğu düşünülebilir [19].

İşletmelerde çalışanların yeterlilikleri büyük önem arz eder. Yetkinlik alanında insan kaynakları yönetimine büyük sorumluluklar düşmektedir. İnsan kaynaklarının işe alım, performans yönetimi, eğitim ve geliştirme, ücret ve ödül gibi insan kaynaklarının fonksiyonlarının tümünde yetkinlikler kullanılmaktadır. Bu yüzden başarılı insan kaynakları yönetimini yürütmenin temeli, yetkinlikleri ortaya çıkarma ve ölçmeden geçer.

Yetkinlik esaslı insan kaynakları sistemi kurulurken ilk olarak yetkinlik modeli geliştirilmelidir. Yetkinlik modeli kurulup geliştirildikçe, daha sonra kurulacak sistemlerin temelini oluşturacaktır. Yetkinlik modelleri kurulduktan sonra işletmenin bu modeli İnsan Kaynakları süreçlerinde uygulaması gerekir [20].

Yetkinlik; bir organizasyonda yüksek performansı yakalamak için kişide bulunan ana özellikleridir [21].

Bir işin yapılmasında, en iyi sonuçları vermesini sağlayan, kişiye ait özelliklerdir. İş yapan kişinin ana özellikleri; güdü, kişisel özellikler, beceri ve bilgidir. Kişi bu özelliklerinin kendisinde olup olmadığını bilebilir ya da bilmeyebilir [22].

Yetkinliğin tanımlarından yola çıkarak, yetkinliğin beş temel özelliğinden bahsetmek mümkündür [23]:

- Bilgi; Bütün yetkinliklerin az veya çok kavramsal boyutta bir bilgi seviyesi vardır.
- Beceri; Yetkinliğin tecrübe veya doğal olarak kazanılmış yetenek kısmıdır.
- Tutum; Kişilik özellikleri, sübjektif özelliklerle bilgi ve beceriyi harekete geçirme boyutudur.
- Gözlemlenebilir Davranış; Yetkinliğin gözlemlenebilir ve ölçülebilir davranışa dönüşme halidir.
- Performans; Sonuçların ortalama performanstan daha yüksek başarı elde etmesidir

3.4. Atama Modeli

Atama modelleri, yöneylem araştırması teknikleri arasında yer alan, maliyetleri minimum yapmak veya karı maksimum seviyeye çıkarabilecek doğrusal programının özel bir halidir. Atama problemlerinde arz ve talep yoktur. Atama problemlerinde bir işe, bir makineye bir işçi ataması yapılacak şekilde atama işlemi yapılır. Organizasyonlarda, işin en uygun çalışana verilmesini, bir satıcının en uygun bölgeye atanabilmesini, üretim yapan işletmelerde bir işin en uygun işçi ya da makineye atanmasını, bürolara personel ataması, fabrikalara ürünlerin atanması ya da işin en uygun sürede tamamlanmasını sağlayan, problem çözme teknikleridir. Atama modelleri Macar yöntemiyle veya ulaştırma modeline çevrilerek çözülebilir [24].

Atama problemleri, birim kaynağın maliyeti en küçükleyecek şekilde birim olarak hedefe atandığı problem çeşididir. Atama modellerinde işçi veya iş sayısının makine sayısına eşit olduğu kabul edilir. Eğer eşit değilse kukla değişken kullanılarak eşitlik sağlanır. Kukla makine veya kukla işçilerin maliyetleri 0'dır. Ayrıca zaman veya maliyetleri gösteren bilinmektedir.

Matematiksel modeli aşağıdaki gibidir [25].

Bu çalışmada uygulama yapılan işletmede 4 çalışanın 4 adet makinaya atanması problemi için Macar Algoritmasından faydalanılmıştır. Macar Algoritmasına göre

Atama Modeli geliştirilirken parametreler, karar değişkenleri, Amaç fonksiyonu ve kısıtlar aşağıdaki gibi verilmiştir.

Parametreler:

(j) Operatör indeksi	$j=1, \dots, n.$
(i) Tezgahlar indeksi	$i=1, \dots, m.$
(pj) Operatör (j)'nin puanı	$j=1, \dots, n.$
(ni) i. Tezgahta yapılacak operasyon sayısı	$i=1, \dots, m.$

Karar değişkeni

Z_{ijk} Operatör i tezgahında k pozisyonunda ise 1, diğer durumda ise 0.

$(i = 1 \dots m)$

$(j, k = 1 \dots n)$

Amaç fonksiyonu:

$$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^{n_i} (p_i) (n_{i-j} + 1) Z_{ijk} \quad (3.1)$$

Kısıtlar:

$$\sum_{i=1}^m Z_{ijk} = 1 \quad i = 1, 2 \dots m \quad k = 1, 2 \dots n \quad (3.2)$$

$$\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{n_i} Z_{ijk} \quad j = 1, 2 \dots n \quad (3.3)$$

$$Z_{ijk} = 0 \text{ veya } 1 \quad i = 1 \dots m \quad j, k = 1, 2 \dots n \quad (3.4)$$

(3.1) denklem, amaç fonksiyonu operatörlerinin toplam puanını maksimize etmektedir.

(3.2) denklemde, bir tezgahta yalnız 1 tane operasyon yapılabilir koşuludur.

(3.3) denklemde, operatörün gün içerisinde, yalnız 1 tezgahta operasyon yapabileceğini göstermektedir.

(3.4) denklemde ise; 0-1 değişkeni ifade etmektedir.

Macar Algoritması Yöntemine göre bu çalışma için modelin Amaç Fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$Z_{\min} = 46 * X_{11} + 10 * X_{12} + 67 * X_{13} + 49 * X_{14} + 22 * X_{21} + 52 * X_{22} + 23 * X_{23} + 26 * X_{24} + 36 * X_{31} + 24 * X_{32} + 22 * X_{33} + 18 * X_{34} + 22 * X_{41} + 40 * X_{42} + 30 * X_{43} + 22 * X_{44}$$

$$X_{ij} = 0 \text{ yada } X_{ij} = 1$$

Bu çalışmada 4 adet operatör için Macar Algoritması Yöntemine göre modelin operatör kısıtları aşağıdaki gibidir:

Operatör Kısıtları;

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 1;$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 1;$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 1;$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} = 1;$$

Macar algoritmasına göre 4 operatör 4 adet tezgaha atanırken kullanılan tezgah kısıtları şöyledir:

Tezgah Kısıtları;

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 1;$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 1;$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 1;$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} = 1;$$

Atama problemi, ulaştırma probleminin özel bir durumudur. Fakat ulaştırma problemini çözmek için, kullanılan simpleks yöntemi uygun değildir. Kuhn tarafından 1955'te Macar Algoritması, en iyi algoritmalarından birisidir [26].

Ulaştırma problemlerinde arz noktasının talep noktasına atanmasını ve her talebin karşılanmasını gerektiren özel bir durumdur. Bunlara atama sorunları denir. Yani hangi işçinin veya makinenin hangi içi yapacağının tespiti bir atama sorunudur.

3.4.1. Macar algoritması

Atama yöntemlerinden biri olan Macar algoritması, belirli iş veya operasyonları belirli kişilere, makinelere veya tezgahlara atanması için kullanılan yöntemdir [27].

Macar Algoritması, belirli görevlerin, belirli kişiler ve kurumlara atanmasını sağlayan yöntemdir. Harold Kuhn tarafından 1955 yılında geliştirilen bu yöntemde bir tablo oluşturulmuş, işler satırlara ve çalışanlar ise sütunlara yazılmıştır. Hücreler ise işlerin hangi personel tarafından yapıldığı ve işlerin yapılma süreleri ile doldurulmuştur [28].

3.4.2. Macar algoritması uygulama adımları

Macar algoritması yöntemi gereği indirgenmiş maliyet matrisi elde edilir ve bu matriste yer alan sıfır elemanlar en az sayıda çizgi ile kapatılır ve buna göre matrisi üzerinde işlem devam eder. Macar algoritması, 5 adımda açıklanabilir [29].

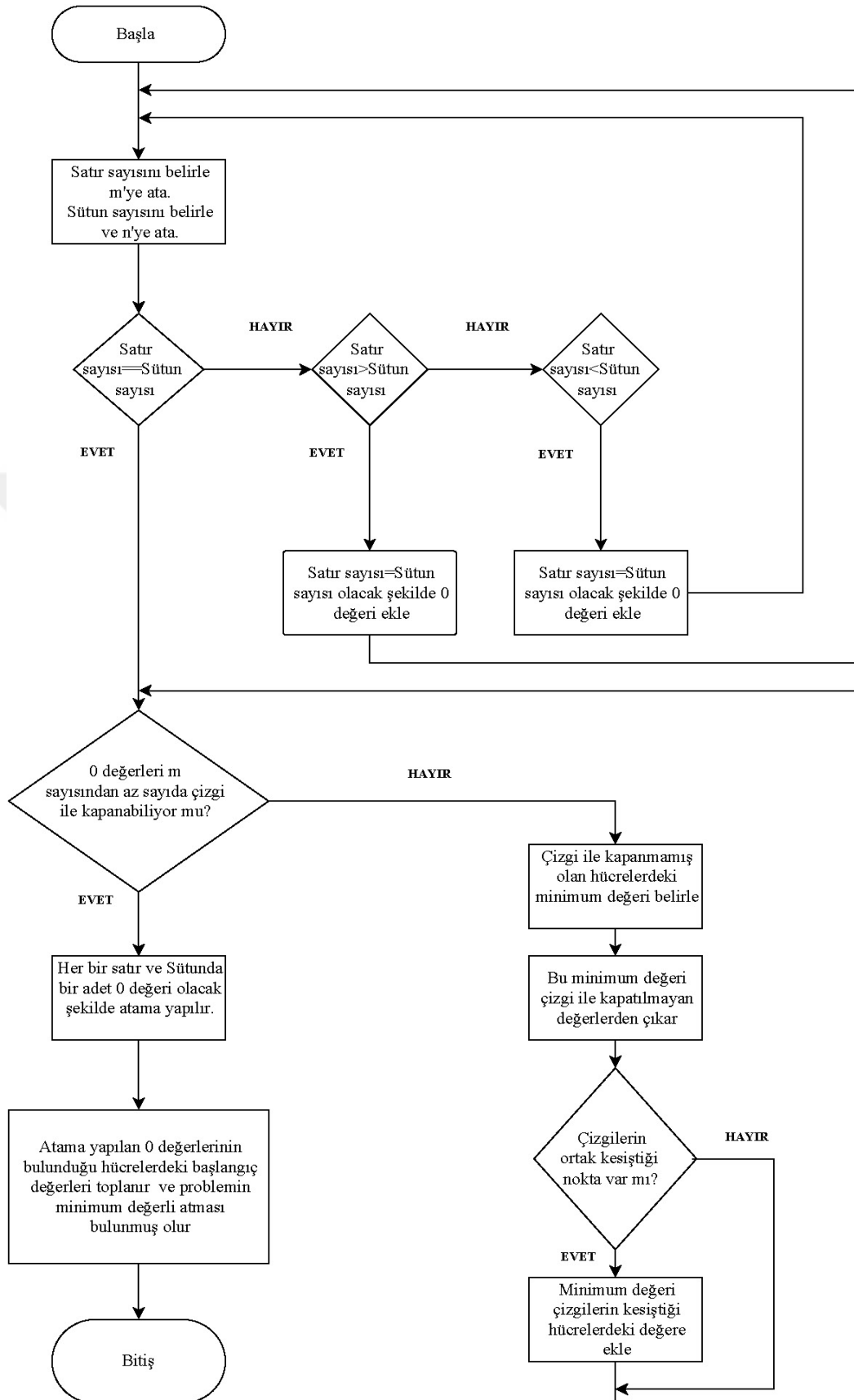
Adım-1: En düşük maliyeti bulmak için 2 işlem, satır ve sütunda yer alacak şekilde tabloya yerleştirilir.

Adım-2: Matristeki satır ve sütun sayısı eşit değilse, 0 değeri satır veya sütuna eklenerek eşitlenir.

Adım-3: Önce her satır için en küçük değer tespit edilir ve satırdaki diğer değerlerden çıkarılır.

Adım-4: Tablonun, hücrelerdeki 0 değerlerini kapsayacak ve en az sayıda çizgi çekilerek, çizgi sayısı tablonun satır/sütun sayısına eşit olana kadar devam edilir. Eşitlik elde edilince, en ideal çözüm bulunmuş olur.

Adım-5: Eşit değilse, her bir sütun için en küçük değer bulunarak sütundaki diğer değerlerden çıkarılır. Sonra, her bir satır ve sütundan bir tane 0 değeri seçilir ve atama işlemi gerçekleştirilir. Uygun algoritma Şekil 3.1.'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Macar Algoritması [30].

3.5. Problemin Çözümü için Geliştirilen Model

Doğru işe doğru adayın seçilmesi, alternatifler arasından en uygun adayın seçilmesine yardımcı olacak bir modelin kurulmasına bağlıdır. Bu çalışmada yetkinlik analizi talimatı kullanılarak, yöneylem araştırmasının disiplinleri arasında yer alan, Macar algoritması uygulanmıştır. Modelin oluşturulmasında, yetkinlik analizi talimatında yer alan matematiksel verilerden yararlanılmıştır. Oluşturulan model ile üretimde çalışan personellerin, yetkinlikleri objektif bir biçimde sıralamıştır. Önerilen model ile atama sürecinde başka pozisyonlara da uyarlanabilir.

Bu kaynakların (işçi, iş, makine, satıcı veya diğer kaynaklar) optimum şekilde kullanılmasını sağlayacak bir atama gerçekleştirilmesi sonucunda, işletme maliyetlerini minimum ya da karlarını maksimum yapacak iş dağılımını gerçekleştirebilir.

Çalışmanın yapıldığı fabrika personellerinin yetkinliğini ölçmek için, matematiksel formülleri içeren polivalans (yetkinlik) talimatı hazırlanmıştır. Bu çalışmadaki talimat, üretimdeki yetkinlikleri ölçmeyi hedefleyen talimat türüdür. Yetkinlik talimatına göre yetkinlik puanları hesaplanan operatörler Macar algoritması yöntemi ile tezgâhlara ataması yapılacaktır.

Tan yetkinlik talimatında yer alan tecrübe, ekipman kullanabilme ve uygulama bölümlerindeki tavan puanlar, fabrikada görevli İnsan Kaynakları Organizasyonel Gelişim Uzmanı olarak görevli üç çalışana ve Kalite Yöneticisinin görüşü alınarak belirlenmiştir.

3.6. Çalışmada Önerilen TAN Yetkinlik Talimatı Modeli (TAN)

Polivalans tablosunda personel aşağıdaki kriterlere göre değerlendirilir. Her bir kriter için ayrı puanlama yapılır. Kriterlerin genel puanlamaya etkisi farklı oranlarda olup, verilen puanlar belirlenen oranlarda genel puanlamaya ilave edilir. Personel değerlendirme kriterleri;

- Tecrübe
- Ekipman kullanımı
- Uygulama

olarak üç ana başlıkta toplanmıştır.

3.6.1. TAN Yetkinlik talimatı modeline göre performans puanlarının hesaplanması

Adım 1: Tecrübenin (çalışma süresi) hesaplanması

Tecrübe Süresi, ilgili personelin söz konusu makine ve/veya iş için tecrübesi dikkate alınarak bir puanlama yapılır. Bu puanlama hesaplamalarda, Tecrübe puanı (A) olarak dikkate alınır.

Tecrübe Süresine denk gelen puanlar aşağıdaki gibidir:

- Puan<1 yıl 0 puan,
- 1 – 2 yıl 20 puan,
- 2 – 3 yıl 40 puan,
- 3 – 4 yıl 60 puan,
- 4 - 5 yıl 80 puan,
- 5 ve üstü yıl 100 puan şeklindedir.

Tecrübe kriteri için değerlendirme aşamasında alınan puanın, toplam puana olan katkısı % 20'dir.

Adım 2: Ekipman kullanabilme puanının hesaplanması

Puanlama, Üretim müdürü ve Bölüm sorumlusu tarafından yapılır. Bölüm sorumlusu, personeli öngörülen makine ve / veya iş uygulaması esnasında izlemelidir. TAN

modeline göre Ekipman Kullanabilme ile ilgili puanlamalar 2 GRUP halinde aşağıdaki maddelere göre yapılır.

1.Grup'taki her bir madde 16 puan değerindedir.

Grup'ta kullanılan makine sayısının 1'den çok olması durumunda, her bir makine için aşağıdaki maddelere göre puanlama yapılır. Daha sonra puanlar toplanarak toplam makine sayısına bölünür. Elde edilen ortalama puan, ekipman kullanabilme ortalama puanı (B) olarak dikkate alınır.

2.Grup toplamı 20 puan değerindedir. Kullanılabilen ekipman sayısının, bölümde kullanılan toplam ekipman sayısı oranına göre puanlanır. Elde edilen puan, kullanılan ekipman sayısı puanı (C) olarak dikkate alınır.

Ekipman Kullanabilme'nin puanı (B + C) yani 1. grup ve 2.grup puanlarının toplamına eşit olup genel puanlamaya etkisi % 40'tır

Bu çalışmada uygulama yapılan işletme için geliştirilen Macar algoritmasının matematiksel modeli aşağıdaki gibidir;

- 1. Grup

1. Grup için TAN modeline göre ekipman kullanabilme hesaplaması aşağıdaki gibidir:

- Makine/Ekipman ayarlarını yapabiliyor mu? (16 puan)
- Program yazabiliyor mu? (16 puan)
- Makineye / Ekipmana tek başına iş güvenlik kurallarına uygun olarak iş parçası ve/ veya kalıp bağlayabiliyor mu? (16 puan)
- Makineyi / Ekipmanı iş güvenlik kurallarına uygun olarak tek başına çalıştırabiliyor mu? (16 puan)
- Günlük, makine / ekipman bakım ve temizlikleri yapılıyor mu?(Ufak, tefek arızalarına müdahale edebiliyor mu? (16 puan)

- 2. Grup

II. Grup için TAN modeline göre ekipman kullanabilme hesaplaması aşağıdaki gibidir: Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

- 0 – % 25 ise (5 puan)
- % 26 - % 50 ise (10 puan)
- % 51 - % 75 ise (15 puan)
- % 76 - % 100 ise (20 puan)

Adım 3: Uygulama Puanının Hesaplanması

TAN yetkinlik talimatı modeline göre uygulama puanı hesaplanırken, üretim adetini yakalama performans puanı ve minimum fire adetini yakalama performans puanı olmak üzere iki tür puan hesaplanır:

- Bir gözetim komitesi oluşturulmalıdır.
- Gözetim komitesinde, üretim müdürü, bölüm sorumlusu, bakım sorumlusu ve kalite sorumlusu olmalıdır.
- Personel, gözetim komitesi tarafından değerlendirilir.
- Puanlama aşağıdaki maddelere göre yapılır.
- Her bir madde 25 puan değerinde olup her madde için verilen puanların toplamı uygulama puanı (D) olarak dikkate alınır, genel puanlamaya etkisi % 40'tır.

Hedeflenen üretim adedi (hedefe uyum oranı) yakalanıyor mu? (60 puan)

Hedefe uyum oranı; % 80'in altı 0 puan,

- % 81 - % 85 ise (15 puan)
- % 86 - % 90 ise (30 puan)
- % 91 - % 95 ise (45 puan)

- % 96 - % 100 ise (60 puan)

Hedeflenen fire oranları yakalanıyor mu? (40 puan)

- % 0,25'in üstü (0 puan)
- % 0,25 - % 0,20 (10 puan)
- % 0,19 - % 0,14 (25 puan)
- % 0,13 - % 0,08 (30 puan)
- % 0,07 - % 0, (40 puan)

Adım 4 Toplam puanın hesaplanması ve durumun belirlenmesi

Değerlendirilmesi yapılan her bir kriterin belirtilen oranlardaki kısmı aşağıdaki gibi hesaplanır:

- Tecrübe kriteri için verilen puanın % 20'si, ($A \times 0,2$)
- Ekipman kullanabilme kriteri için verilen puanın % 40'ı, ($B + C \times 0,4$)
- Uygulama kriteri için verilen puanın % 40'ı, ($D \times 0,4$) alınır.

Tüm kriterler için verilen puanların yukarıdaki belirtilen oranlardaki kısımları toplanarak, Personelin toplam puanı hesaplanır.

Çıkan puanın değerlendirmesi $E = (A \times 0,2) + (B + C) \times 0,4 + (D \times 0,4)$

Tan Yetkinlik talimatı modeli Tablo 3.1. aşağıdaki gibi tablo haline dönüştürülmüştür.

Tablo 3.1. TAN yetkinlik talimatı modeli.

Faktörler ve Alt Faktörler		Faktör Dereceleri					Puan	%
		1	2	3	4	5		
I	TECRÜBE (%20)						100	20
	Tecrübe süresi <1 yıl						0	0
	1-2 yıl						20	4
	3 yıl						40	8
	4 yıl						60	12
	5 yıl						80	16
	5 yıl ve üstü						100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI					80	

Tablo 3.1. (Devamı)

	Makine /Ekipman ayarlarını yapabiliyor mu?						16	
	Program yazabiliyor mu?						16	
	Makineye / Ekipmana tek başına iş güvenlik kurallarına uygun olarak iş parçası ve/ veya kalıp bağlayabiliyor mu?						16	
	Makineyi / Ekipmanı iş güvenlik kurallarına uygun olarak tek başına çalıştırabiliyor mu?						16	
	Günlük, makine / ekipman bakım ve temizlikleri yapılıyor mu?(Ufak, tefek arızalarına müdahale edebiliyor mu?)						16	
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI						20
	0 – % 25 ise						5	
	% 26 - % 50 ise						10	
	% 51 - % 75 ise						15	
	% 76 - % 100 ise						20	
	TOPLAM	(B+C)						-40%
IV	UYGULAMA PUANI (D)	Hedeflenen üretim adedi yakalanıyor mu?						60
	Hedefe uyum oranı,% 80'in altı ise						0	
	% 81 - % 85 ise						15	
	% 86 - % 90 ise						30	
	% 91 - % 95 ise						45	
	% 96 - % 100 ise						60	
		Hedeflenen fire oranları yakalanıyor mu?						40
	% 0,25'in üstü						0	
	% 0,25 - % 0,20						10	
	% 0,19 - % 0,14						25	
	% 0,13 - % 0,08						30	
	% 0,07 - % 0						40	
	TOPLAM							
V TOPLAM PUANIN HESAPLANMASI		DERECE						PUAN
Tecrübe kriteri için verilen puanın % 20'si alınır.		(Ax0,2)						
Ekipman kullanabilme kriteri için verilen puanın		% 40'ı (B + C)x0,4						
Uygulama kriteri için verilen puanın % 40' alınır.		(Dx0,4)						
Personelin toplam puanı hesaplanır.		E = (Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)						
TOPLAM PUAN								

Tablo 3.2. iş tecrübesi puan tablosu yer almaktadır. Tecrübe yılına göre puanlama yapılmıştır.

Tablo 3.2. İş tecrübesi puan tablosu.

Tanım: İş Tecrübesi		
Derece Tanımları	Puan	%20
Tecrübe süresi <1 yıl	0	0
1-2 yıl	20	4
3 yıl	40	8
4 yıl	60	12
5 yıl	80	16
5 yıl ve üstü	100	20

Tablo 3.3. Grup 1 için ekipman kullanabilme puan tablosu yer almaktadır. Operatörlerin kullandıkları makine ve ekipmanlara göre puanlama yapılmıştır.

Tablo 3.3. Grup 1 için ekipman kullanabilme puan tablosu.

	Ekipman Kullanabilme 1.GRUP	%40
4.3.1.2	Tanım :	80
Derece Tanımları	Puan	40%
Makine /Ekipman ayarlarını yapabiliyor mu?	16	6,4
Program yazabiliyor mu?	16	6,4
Makineye / Ekipmana tek başına iş güvenlik kurallarına uygun olarak iş parçası ve/ veya kalıp bağlayabiliyor mu?	16	6,4
Makineyi / Ekipmanı iş güvenlik kurallarına uygun olarak tek başına çalıştırabiliyor mu?	16	6,4
Günlük, makine / ekipman bakım ve temizlikleri yapıyor mu?(Ufak, tefek arızalarına müdahale edebiliyor mu?)	16	6,4
Derece Tanımları	Puan	40%
0 – % 25 ise	5	2
% 26 - % 50 ise	10	4
% 51 - % 75 ise	15	6
% 76 - % 100 ise	20	8

Tablo 3.4.'de Grup 2 için ekipman kullanabilme puan tablosu yer almaktadır. Üretim hedefine göre puanlama yapılmıştır.

Tablo 3.4. Grup 2 için ekipman kullanabilme puan tablosu.

	Ekipman Kullanabilme 2.GRUP	%40
4.3.1.2	Tanım :	20
Derece Tanımları	Puan	%40
Hedefe uyum oranı;% 80'in altı ise	0	0
% 81 - % 85 ise	15	6
% 86 - % 90 ise	30	12
% 91 - % 95 ise	45	18
% 96 - % 100 ise	60	24

Tablo 3.5. 'de Tan yetkinlik modeli uygulama puan tablosu yer almaktadır. Fire oranına göre puanlama yapılmıştır.

Tablo 3.5. TAN yetkinlik modeli uygulama puan tablosu.

4.3.1.3	Uygulama (D)	40%
	Hedeflenen fire oranları yakalanıyor mu?	40 PUAN
Tanım:		
Derece Tanımları	Puan	40%
% 0,25'in üstü	0	0
% 0,25 - % 0,20	10	4
% 0,19 - % 0,14	25	8
% 0,13 - % 0,08	30	12
% 0,07 - % 0	40	16

Tablo 3.6.'da Tan yetkinlik modeli performans puan tablosu yer almaktadır. Operatörlerin talimata aldıkları puanlara göre durumlarını gösteren tablodur.

Tablo 3.6. TAN yetkinlik modeli performans puan tablosu.

Puan	Durum	İşaret
$0 < \text{Puan} \leq 29$	Çalışamaz	
$29 < \text{Puan} \leq 49$	Eğitime ihtiyacı var.	
$49 < \text{Puan} \leq 69$	Gözetim altında çalışabilir.	
$69 < \text{Puan} \leq 84$	Tek başına çalışabilir.	
$84 < \text{Puan} \leq 100$	Başkalarına öğretebilir.	

BÖLÜM 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

İnsan kaynakları fonksiyonları arasında yer alan personel seçimi önemli bir konuma sahiptir. Yapılacak işlere, doğru insan seçmek aynı zamanda insan faktörü açısından, doğru kişinin doğru yerde olması demektir.

4.1. Firma Hakkında

Uygulama çalışmasının yapıldığı firma, Sakarya'nın Akyazı ilçesi, Karapürçek yerleşkesinde, 300.000 m²'si kapalı, toplam 923.000 m²'lik alana kurulu Alüminyum Profil, Kompozit Panel, Alüminyum Yassı Mamul, PVC Profil ve Panjur üretim tesislerinde üretim yapmaktadır. Beş üretim tesisi ve 2400'den fazla çalışanı ve 90'dan fazla ülkeye yaptığı ihracatla Türkiye'nin en önemli sanayi kuruluşları arasında yer almaktadır. Çalışmanın alüminyum fabrikasında uygulanmasının nedeni çalışmada yer alan dört tezgahın (çelik, torna, cnc, ısıl işlem) bu fabrikada kullanılıyor olmasıdır.

4.2. TAN Yetkinlik talimatı modeline göre performans puanlarının hesaplanması

Sakarya'da alüminyum üreten bir fabrikada çalışan dört operatör için çelik kesim, torna, cnc ve ısıl işlem tezgâhlarına atanmasını yapmak üzere, TAN yetkinlik talimatı modelini kullanarak, performans puanları hesaplanmıştır. Her bir operatör ve tezgah için ayrı ayrı tecrübe puanı, ekipman puanı ve uygulama puanları hesaplanmıştır. Çelik kesim, torna, CNC ve ısıl işlem tezgahlarına ait hesaplanan tecrübe puanı, ekipman puanı ve uygulama puanların toplamı operatörlerin ilgili tezgah için performans puanlarını oluşturur. Bu performans puanlara göre operatörleri, Macar algoritması yöntemi kullanılarak ilgili tezgahlara ataması yapılacaktır.

TAN modeli kullanılarak Operatör 1'in Çelik kesim tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 1: Çelik kesim

- Tecrübe

Operatör 1 'in tecrübe süresi 2 yıldır. Aldığı puan: 20

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A.\%20) = 20.\%20 = 4$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 0 + 16 + 16 + 16 = 64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör1, 4 tanesini kullanabiliyor.

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (4/6).100 = \%66 \text{ Puan } 15$$

$$B + C = 64 + 15 = 79$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(64 + 15) = 31,6$$

- Uygulama

Operatör Ahmet Günlük ortalama 90 adet üretiyor.

$$\text{Puan} = 30$$

$$\text{Günlük fire adeti} = 3$$

$$3 \cdot (100/90) = \%0,03$$

$$\text{Puanı} = 40$$

$$D = 30 + 40 = 70$$

$$D \% 40 = 28$$

$$E = (A \% 20) + (B + C) \% 40 + (D \% 40) = 4 + 31,6 + 28 = 64$$

49 < PUAN ≤ 69 aralığında olduğundan, operatör 1, gözetim altında çalışabilir. Seviye 2.

TAN modeli kullanılarak Operatör 1'in torna tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 1: Torna

- Tecrübe

Operatör 1 'in tecrübe süresi 7 yıldır. .Aldığı puan: 100

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \% 20) = 100 \% 20 = 20$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 16 + 16 + 16 + 16 = 80$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 1, 6 tanesini kullanabiliyor.

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (6/6) \cdot 100 = \%100 \text{ Puan} = 20$$

$$B + C = 80 + 20 = 100$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(80 + 20) = 40$$

- Uygulama

Operatör 1, günlük ortalama 90 adet üretiyor.

$$\text{Puan} = 30$$

$$\text{Günlük fire adeti} = 2$$

$$200 : 96 = \%0,03$$

$$D = 60 + 40 = 100$$

$$D \%40 = 40$$

$$E = (A \%20) + (B + C) \%40 + (D \%40) = 20 + 40 + 40 = 100$$

84 < PUAN <= 100 aralığında olduğundan, operatör 1, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 1'in CNC tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 1: CNC işleme

- Tecrübe

Operatör 1 'in tecrübe süresi 2 yıldır. Aldığı puan: 20

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \% 20) = 20 \% 20 = 4$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 0 + 0 + 16 + 16 = 48$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 1, 1 tanesini kullanabiliyor. %16,6

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (1/6) \cdot 100 = 16,6 \quad \%16 \text{ Puan: } 5$$

$$B + C = 48 + 5 = 53$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(48 + 5) = 21$$

- Uygulama

Operatör Ahmet Günlük ortalama 85 adet üretiyor.

$$\text{Puan} = 15$$

$$\text{Günlük fire adeti} = 10$$

$$1000: 85 = \%12$$

$$\text{Puan} = 30$$

$$D = 30 + 15 = 45$$

$$D \% 40 = 18$$

$$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=4+21+18=43$$

29<PUAN<=49 aralığında olduğundan, operatör 1, eğitime ihtiyacı var. Seviye 1.

TAN modeli kullanılarak Operatör 1'in Isıl İşlem tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 1: Isıl işlem

- Tecrübe

Operatör 1 'in tecrübe süresi 3 yıldır. Aldığı puan: 40

$$\text{Tecrübe Puanı}=(A.\%20)=40.\%20=8$$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+16+0+16+0=48$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör1, 2 tanesini kullanabiliyor. %33

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C=(2/6).100=33 \quad \%33 \text{ 10 Puan}$$

$$B+C=48+10=58$$

Ekipman puanı= $\%40(B+C)=\%40(48+10)=23$ puan

- Uygulama

Operatör Ahmet Günlük ortalama 88 adet üretiyor.

Puan = 30

Günlük fire adeti =10

1000: 88= $\%11$

Puan=30

D=30+30=60

D $\%40=24$

E=(A. $\%20$)+(B+C). $\%40$ +(D. $\%40$)=8+23+24=55

49<PUAN<=69 aralığında olduğundan, operatör 1, gözetim altında çalışabilir. Seviye 2.

TAN modeli kullanılarak Operatör 2'nin Çelik Kesim tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 2: Çelik kesim

- Tecrübe

Operatör 2'nin tecrübe süresi 3 yıldır. .Aldığı puan: 20

Tecrübe Puanı=(A. $\%20$)=40. $\%20=8$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+16+16+16+16=80$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 2, 6 tanesini kullanabiliyor.

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C=(6/6).100=100 \%100 \text{ 20 Puan}$$

$$B+C=80+20=100$$

$$\text{Ekipman puanı}=\%40(B+C)=\%40(80+20)=40$$

- Uygulama

Operatör 2 Günlük ortalama 97 adet üretiyor.

$$100.\%97=\%97$$

$$\text{Puan}= 60$$

Günlük fire adeti =3

$$300/97=\%0,03$$

$$D=60+40=100$$

$$D\%40=40$$

$$\text{Puan}= 40$$

$$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=8+40+40=88$$

$84 < \text{PUAN} \leq 100$ aralığında olduğundan, operatör 2, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 2'nin Torna tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 2: Torna tezgahı

- Tecrübe

Operatör 2'nin tecrübe süresi 4 yıldır. Aldığı puan: 60

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \% 20) = 60 \% 20 = 12$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 0 + 16 + 16 + 16 = 64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 2, 3 tanesini kullanabiliyor. $\%100 (3: 6).100 = \%50$

$$C = (3/6)100 = 50 \text{ Puan} = 50$$

$$B + C = 64 + 10 = 74$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(64 + 10) = 30$$

- Uygulama

Operatör 2 Günlük ortalama 80 adet üretiyor.

$$100 \times \%80 = \%80$$

$$\text{Puan} = 80$$

Günlük fire adeti = 5

$$500: 80 = \%0,06$$

$$D=0+40=40$$

$$D\%40=16$$

$$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=12+30+16=58$$

49<PUAN<=69 aralığında olduğundan, operatör 2, gözetim altında çalışabilir. Seviye 2.

TAN modeli kullanılarak Operatör 2'nin CNC İşleme tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 2: CNC işleme tezgâhı

- Tecrübe

Operatör 2'nin tecrübe süresi 3 yıldır. ..Aldığı puan:40

$$\text{Tecrübe Puanı}=(A.\%20)=40.\%20=8$$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+16+16+16+16=80$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 2, 4 tanesini kullanabiliyor.

$$C=(4: 6).100=50 \text{ \%50 Puan}=15$$

$$B+C=80+15=95$$

$$\text{Ekipman puanı}=\%40(B+C)=\%40(80+15)=39$$

- Uygulama

Operatör 2, günlük ortalama 98 adet üretiyor.

$$100.\%88=\%88$$

$$\text{Puan} = 98$$

$$\text{Günlük fire adeti} = 3$$

$$1000: 98 = \%0,03$$

$$D = 40 + 60 = 100$$

$$D\%40 = 40$$

$$E = (A.\%20) + (B+C).\%40 + (D.\%40) = 8 + 39 + 40 = 87$$

84 < PUAN <= 100 aralığında olduğundan, operatör 2, başkalarına öğretebilir Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 2'nin Isıl İşlem tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Operatör 2: Isıl işlem tezgahı

- Tecrübe

Operatör 2'nin tecrübe süresi 8 yıldır. Aldığı puan: 100

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A.\%20) = 100.\%20 = 20$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 0 + 16 + 16 + 16 = 64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 2, 4 tanesini kullanabiliyor. $\%100 (2: 6).100=\%33$

$C=(4/6).100=100 \text{ \%}66$ Puan =10

$B+C=64+10=74$

Ekipman puanı= $\%40(B+C)=\%40(64+10)= 30$

- Uygulama

Operatör 2, günlük ortalama 95 adet üretiyor.

$100.\%95=\%95$

Puan= 95

Günlük fire adeti =3

$300: 95 =\%0,03$

Puan=45

$D=45+40=85$

$D\%40=34$

$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=20+30+34=84$

$69 < \text{PUAN} \leq 84$ aralığında olduğundan, Operatör 2, tek başına çalışabilir. Seviye 3

TAN modeli kullanılarak Operatör 3'ün Çelik Kesim tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 3: Çelik kesim

- Tecrübe

Operatör 3'ün tecrübe süresi 4 yıldır. Aldığı puan: 60

Tecrübe Puanı= $(A.\%20)=60.\%20= 12$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+0+16+16+16=64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 3, 5 tanesini kullanabiliyor. $100:(5: 6)=\%83$

$$C=(5: 6)100=100 \%83 \text{ Puan}=20$$

$$B+C=64+20=84$$

$$\text{Ekipman puanı}=\%40(B+C)=\%40.(64+20)=34 \text{ Puan}$$

- Uygulama

Operatör 2, günlük ortalama 90 adet üretiyor.

$$100.\%90=\%90$$

$$\text{Puan}= 90$$

Günlük fire adeti =3

$$100: 90 =\%0,01$$

$$D=30+40=70$$

$$D\%40=28$$

$$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=12+34+28=74$$

$69 < \text{PUAN} \leq 84$ aralığında olduğundan, Operatör 3, tek başına çalışabilir. Seviye 3

TAN modeli kullanılarak Operatör 3'ün Torna tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 3: Torna tezgahı

- Tecrübe

Operatör 3'ün tecrübe süresi 8 yıldır. Aldığı puan: 100

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \% 20) = 100 \% 20 = 20$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 0 + 16 + 16 + 16 = 64$$

II. Grup

$$\text{Toplam makine sayısı} = 6$$

$$\text{Operatör 3, 3 tanesini kullanabiliyor. } \%100 (3: 6).100 = \%50$$

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (5: 6).100 = 100 \%83 \text{ Puan} = 20$$

$$B + C = 64 + 10 = 74$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(64 + 10) = 30 \text{ PUAN}$$

- Uygulama

Operatör 3, günlük ortalama 96 adet üretiyor.

$$100 \% 96 = \%96$$

$$\text{Puan} = 96$$

$$\text{Günlük fire adeti} = 2$$

$$200: 96 = \%0,02$$

$$D = 60 + 40 = 100$$

$$D \% 40 = 40$$

$$E = (A \% 20) + (B + C) \% 40 + (D \% 40) = 16 + 30 + 40 = 86$$

84<PUAN<=100 aralığında olduğundan, operatör 3, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 3'ün Isıl İşlem tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır

Operatör 3: Isıl işlem tezgahı

- Tecrübe

Operatör 3'nin tecrübe süresi 8 yıldır. Aldığı puan:100

Tecrübe Puanı=(A.%20)=100.%20= 20

- Ekipman

I. Grup

B=16+16+16+16+16=80

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 3, 3 tanesini kullanabiliyor. %100 (3: 6)x100=%50

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

C=(5: 6).100=100 %83 20 PUAN

B+C=64+10=74

Ekipman puanı=%40(B+C)=%40(64+10)=30 PUAN

- Uygulama

Operatör 3, günlük ortalama 92 adet üretiyor.

$$100 \cdot \%92 = \%92$$

$$\text{Puan} = 92$$

Günlük fire adeti = 2

$$200 : 92 = \%0,02$$

$$D = 45 + 40 = 85$$

$$D \%40 = 34$$

$$E = (A \%20) + (B + C) \%40 + (D \%40) = 20 + 38 + 34 = 92$$

84 < PUAN ≤ 100 aralığında olduğundan, operatör 3, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 3'ün CNC işleme tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır

Operatör 3: CNC işleme tezgahı

- Tecrübe

Operatör 3'nin tecrübe süresi 5 yıldır. Aldığı puan: 80

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \%20) = 80 \%20 = 16$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 16 + 16 + 16 + 16 = 80$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 3, 4 tanesini kullanabiliyor. $\%100 (4 : 6) \cdot 100 = \%67$

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (5 : 6) \cdot 100 = 100 \%83 \text{ Puan} = 20$$

$$B+C=80+15=95$$

$$\text{Ekipman puanı}=\%40(B+C)=\%40(80+15)=38 \text{ Puan}$$

- Uygulama

Operatör 3, günlük ortalama 91 adet üretiyor.

$$100.\%91=\%91$$

$$\text{Puan} = 91$$

Günlük fire adeti =2

$$300: 91 = \%0,03$$

$$D=40+45=85$$

$$D\%40=34$$

$$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=16+38+34=88$$

84<PUAN<=100 aralığında olduğundan, operatör 3, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 4'ün çelik kesim tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır

Operatör 4: Çelik kesim tezgahı

- Tecrübe

Operatör 4'ün tecrübe süresi 9 yıldır. Aldığı puan: 100

$$\text{Tecrübe Puanı}=(A.\%20)=100.\%20=20$$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+16+16+16+16=80$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 3, 6 tanesini kullanabiliyor. $\%100 (6 : 6).100=\%100$

$C=6/6 \times 100=100 \ \%100$ Puan=20

$B+C=80+20=100$

Ekipman puanı= $\%40(B+C)=\%40(80+20)=40$

- Uygulama

Operatör 4, günlük ortalama 90 adet üretiyor.

$100.\%90=\%90$

Puan= 90

Günlük fire adeti =5

$500: 90=\%0,05$

$D=30+40=70$

$D\%40=28$

$E=(A.\%20)+(B+C).\%40+(D.\%40)=20+40+28=88$

$84 < \text{PUAN} \leq 100$ aralığında olduğundan, operatör 3, başkalarına öğretebilir. Seviye 4.

TAN modeli kullanılarak Operatör 4'ün torna tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 4: Torna tezgahı

- Tecrübe

Operatör 4'ün tecrübe süresi 5 yıldır. Aldığı puan: 80

Tecrübe Puanı=(A. $\%20$)= $80.\%20= 16$

- Ekipman

I. Grup

$$B=16+16+0+16+16=64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 4, 6 tanesini kullanabiliyor. $\frac{4}{6} \cdot 100 = \%66$

$$C = \left(\frac{4}{6} \cdot 100\right) = 100 \%100 \text{ Puan} = 15$$

$$B+C=64+15=79$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B+C) = \%40(64+15) = 32 \text{ PUAN}$$

- Uygulama

Operatör 4, günlük ortalama 85 adet üretiyor.

$$100 : 85 = \%85$$

$$\text{Puan} = 85$$

Günlük fire adeti = 3

$$300 : 85 = \%0,04$$

$$D = 15 + 40 = 55$$

$$D \%40 = 22$$

$$E = (A \%20) + (B+C) \%40 + (D \%40) = 16 + 32 + 22 = 70$$

TAN modeli kullanılarak Operatör 4'ün CNC işleme tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 4: CNC işleme tezgahı

- Tecrübe

Operatör 4'ün tecrübe süresi 4 yıldır. Aldığı puan: 60

$$\text{Tecrübe Puanı} = (A \cdot \%20) = 60 \cdot \%20 = 12$$

- Ekipman

I. Grup

$$B = 16 + 16 + 0 + 16 + 16 = 64$$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 4, 4 tanesini kullanabiliyor. $\%100 (5:6) \cdot 100 = \%80$

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$$C = (5:6) \cdot 100 = 100 \%80 = 20 \text{ puan}$$

$$B + C = 64 + 20 = 84$$

$$\text{Ekipman puanı} = \%40(B + C) = \%40(64 + 20) = 34 \text{ PUAN}$$

- Uygulama

Operatör 4, günlük ortalama 92 adet üretiyor.

$$100 \cdot \%92 = \%92$$

$$\text{Puan} = 45$$

Günlük fire adeti=3

$$300:92 = \%0,03$$

$$\text{Puan} = 40$$

$$D = 45 + 40 = 85$$

$$D \cdot \%40 = 34$$

$$E = (A \cdot \%20) + (B + C) \cdot \%40 + (D \cdot \%40) = 12 + 34 + 34 = 80$$

$69 < \text{PUAN} \leq 84$ aralığında olduğundan, operatör 4, tek başına çalışabilir. Seviye 3.

TAN modeli kullanılarak Operatör 4'ün Isıl işlem tezgahı için performans puanı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Operatör 4: Isıl işlem tezgâhı

- Tecrübe

Operatör 4'ün tecrübe süresi 7 yıldır. Aldığı puan: 100

Tecrübe Puanı=(A.%20)=100.%20= 20

- Ekipman

I. Grup

$B=16+16+16+16+16=80$

II. Grup

Toplam makine sayısı = 6

Operatör 4, 6 tanesini kullanabiliyor. %100 (6: 6).100=%100

Kullanılan makine / ekipman sayısının bölümdeki toplam makine / ekipman sayısına oranı;

$C=(6: 6).100=100$ %100 20 Puan

$B+C=80+20=100$

Ekipman puanı=%40(B+C)=%40(80+20)=32

- Uygulama

Operatör 4, günlük ortalama 90 adet üretiyor.

$100.\%90=\%90$

Puan= 30

Günlük fire adeti =3

500: 90=%0,05

D=30+40=70

D%40=28

E=(A.%20)+(B+C).%40+(D.%40)=20+40+28=88

69< PUAN<=84 aralığında olduğundan, Operatör 4, başkalarına öğretebilir. Seviye 4

Tablo 4.1.'de Operatör 1'in çelik kesim, torna, cnc ve ısıtım işlem tezgahlarında almış olduğu A, B, C, D ve E puanları yer almaktadır.

Tablo 4.1. Operatör 1 Yetkinlik Puan Tablosu

OPERATÖR 1		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Çelik Kesim	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	20	4
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	79	31,6
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	70	28
TOPLAM PUAN		E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)	-	-	64
OPERATÖR 1		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Torna	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	100	40
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	100	40
TOPLAM PUAN		E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)	-	-	100
OPERATÖR 1		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Cnc	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	20	4
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	48	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	5	-
	TOPLAM	(B+C)	40	53	21
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	45	18
TOPLAM PUAN		E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)	-	-	43
OPERATÖR 1		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Isıl işlem	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	40	8
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	10	-
	TOPLAM	(B+C)	40	74	29
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	60	24
TOPLAM PUAN		E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)			61

Tablo 4.2.'de Operatör 2'nin çelik kesim, torna, cnc ve ısıt işlem tezgahlarında almış olduğu A, B,C, D ve E puanları yer almaktadır.

Tablo 4.2. Operatör 2 Yetkinlik Puan Tablosu

OPERATÖR 2		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Çelik kesim	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	20	8
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	100	40
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	100	40
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	88
OPERATÖR 2		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Torna	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	60	12
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	10	-
	TOPLAM	(B+C)	40	74	30
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	40	16
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	58
OPERATÖR 2		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Cnc	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	40	8
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	95	39
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	100	40
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	87
OPERATÖR 2		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Isıl İşlem	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	74	30
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	85	34
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$			84

Tablo 4.3.'de Operatör 3'ün çelik kesim, torna, cnc ve ısıt işlem tezgahlarında almış olduğu A, B,C, D ve E puanları yer almaktadır.

Tablo 4.3. Operatör 3 Yetkinlik Puan Tablosu

OPERATÖR 3		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Çelik Kesim	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	60	12
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	84	34
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	70	28
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	74
OPERATÖR 3		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Torna	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	80	16
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	10	-
	TOPLAM	(B+C)	40	74	30
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	100	40
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	86
OPERATÖR 3		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Cnc	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	80	16
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	95	38
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	85	34
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	88
OPERATÖR 3		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH	Puan
				Isıl işlem	
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	95	38
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	85	34
TOPLAM PUAN		$E=(Ax0,2)+(B+C)x0,4+(Dx0,4)$	-	-	92

Tablo 4.4.'de Operatör 4'ün çelik kesim, torna, cnc ve ısıt işlem tezgahlarında almış olduğu A, B,C, D ve E puanları yer almaktadır.

Tablo 4.4. Operatör 4 Yetkinlik Puan Tablosu

OPERATÖR 4		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH Çelik Kesim	Puan
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	100	40
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	40	28
TOPLAM PUAN		$E=(A \times 0,2)+(B+C) \times 0,4+(D \times 0,4)$	-	-	88
OPERATÖR 4		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH Torna	Puan
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	80	16
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	15	-
	TOPLAM	(B+C)	40	79	32
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	55	22
TOPLAM PUAN		$E=(A \times 0,2)+(B+C) \times 0,4+(D \times 0,4)$	-	-	
OPERATÖR 4		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH Cnc	Puan
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	60	12
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	64	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	84	34
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	85	34
TOPLAM PUAN		$E=(A \times 0,2)+(B+C) \times 0,4+(D \times 0,4)$	-	-	80
OPERATÖR 4		Faktör Derece Puanları	%	TEZGAH Isıl İşlem	Puan
I	TECRÜBE (%20)	A PUANI (100)	20	100	20
II	EKİPMAN KULLANABİLME 1.GRUP	B PUANI (80)	-	80	-
III	EKİPMAN KULLANABİLME 2.GRUP	C PUANI (20)	-	20	-
	TOPLAM	(B+C)	40	100	40
IV	UYGULAMA PUANI (D)	D (60)	40	70	28
TOPLAM PUAN		$E=(A \times 0,2)+(B+C) \times 0,4+(D \times 0,4)$	-	-	88

Tablo 4.5. TAN yetkinlik talimatı modeline göre operatörlerin performans puanları.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	64	100	43	61
Operatör 2	88	58	87	84
Operatör 3	74	86	88	92
Operatör 4	88	70	80	88

Tablo 4.6.'de maksimum puanlar hesaplanmıştır. Macar algoritmasına göre tabloyu minimizasyona çevirmek gerekir. Tabloda en yüksek puan 100'dür. 100 puana yakın bir üst sayı seçip, tablodaki değerleri bu sayıdan çıkartarak tablo minimizasyona çevrilmiş olur. Bu sayı 110 olarak alınmıştır.

Tablo 4.6. Macar algoritması uygulama tablosu.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	110-64	110-100	110-43	110-61
Operatör 2	110-88	110-58	110-87	110-84
Operatör 3	110-74	110-86	110-88	110-92
Operatör 4	110-88	110-70	110-80	110-88

Tablo 4.7.'de, Macar algoritması yönteminin işlem adımları görülmektedir.

Tablo 4.7. Macar algoritması işlem tablosu.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	46	10	67	49
Operatör 2	22	52	23	26
Operatör 3	36	24	22	18
Operatör 4	22	40	30	22

Maksimizasyonda en yüksek olan performans puanı olan 100 puan, minimizasyonda aldığı en düşük puana dönüştürülmüştür (Tablo 4.9.'da operatör 1 'in torna tezgâhındaki performans puanı).

Tablo 4.8.'da Macar algoritması yöntemi satır işlemleri adımları görülmektedir.

Tablo 4.8. Macar algoritması satır işlemleri.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	46-10	10-10	67-10	49-10
Operatör 2	22-22	52-22	23-22	26-22
Operatör 3	36-18	24-18	22-18	18-18
Operatör 4	22-22	40-22	30-22	22-22

Tablo 4.9.'da çıkarma işleminden sonra aşağıdaki tablo elde edilir.

Tablo 4.9. Macar algoritması yöntemi ara işlem tablosu.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	36	0	57	39
Operatör 2	0	30	1	4
Operatör 3	18	6	4	0
Operatör 4	0	18	8	0

Tablo 4.10.'de Macar algoritması sütun işlemleri adımları görülmektedir.

Tablo 4.10. Macar algoritması sütun işlemleri.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	36-0	0-0	57-1	39-0
Operatör 2	0-0	30-0	1-1	4-0
Operatör 3	18-0	6-0	4-1	0-0
Operatör 4	0-0	18-0	8-1	0-0

Tablo 4.11.'de Macar algoritması yöntemi uygulama sonuç tablosu görülmektedir.

Tablo 4.11. Macar algoritması yöntemi uygulama sonuç tablosu.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	36	0	56	39
Operatör 2	0	30	0	4
Operatör 3	18	6	3	0
Operatör 4	0	18	7	0

4.3. Lingo Programında Çözümü

Çalışmayı lingo programında çözmek için matematiksel modeli kurulmuştur. Matematiksel modelde amaç fonksiyonu, tezgah kısıtları, operatör kısıtları yer almaktadır. Değişkenler için 0 ya da 1 tamsayı değeri kullanılmıştır. Lingo programında 'BIN'komutu ile 4x4 matristeki değişkenlere, 0 ya da 1 tamsayı değeri ataması işlemi gerçekleştirilmiştir. Program çözüm çıktısında sonucu 1 olan değişkenler, operatörlerin ilgili atandığı makineyi göstermektedir.

Lingo çözümünde sonucu 1 olan değişkenler aşağıdaki gibidir.

X12:Matrisin 1. Satır 2. sütunu

X23:Matrisin 2. Satır 3. Sütunu

X34:Matrisin 3. Satır 4. sütunu

X41:matrisin 4. Satır 1. Sütunu

Modelin Amaç Fonksiyonu;

$$\text{MIN}=46*X11+10*X12+67*X13+49*X14+22*X21+52*X22+23*X23+26*X24+36*X31+24*X32+22*X33+18*X34+22*X41+40*X42+30*X43+22*X44;$$

$X_{ij} = 0$ ya da $X_{ij} = 1$

Operatör Kısıtları;

$$X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} = 1;$$

$$X_{21} + X_{22} + X_{23} + X_{24} = 1;$$

$$X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} = 1;$$

$$X_{41} + X_{42} + X_{43} + X_{44} = 1;$$

Tezgah Kısıtları;

$$X_{11} + X_{21} + X_{31} + X_{41} = 1;$$

$$X_{12} + X_{22} + X_{32} + X_{42} = 1;$$

$$X_{13} + X_{23} + X_{33} + X_{43} = 1;$$

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} + X_{44} = 1;$$

@BIN(X_{11});

@BIN(X_{12});

@BIN(X_{13});

@BIN(X_{14});

@BIN(X_{21});

@BIN(X_{22});

@BIN(X_{23});

@BIN(X_{24});

@BIN(X_{31});

@BIN(X_{32});

@BIN(X_{33});

@BIN(X_{34});

@BIN(X_{41});

@BIN(X_{42});

@BIN(X_{43});

@BIN(X_{44});

```

@BIN(X11);
@BIN(X21);
@BIN(X31);
@BIN(X41);
@BIN(X12);
@BIN(X22);
@BIN(X32);
@BIN(X42);
@BIN(X13);
@BIN(X23);
@BIN(X33);
@BIN(X43);
@BIN(X14);
@BIN(X24);
@BIN(X34);
@BIN(X44);
END

```

Lingo program çıktısı;

Model Class;

Total variables:	16
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	16
Total constraints:	9
Nonlinear constraints:	0
Total nonzeros:	48
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
X11	0.000000	46.00000
X12	1.000000	10.00000
X13	0.000000	67.00000
X14	0.000000	49.00000
X21	0.000000	22.00000
X22	0.000000	52.00000
X23	1.000000	23.00000
X24	0.000000	26.00000
X31	0.000000	36.00000
X32	0.000000	24.00000
X33	0.000000	22.00000
X34	1.000000	18.00000
X41	1.000000	22.00000
X42	0.000000	40.00000
X43	0.000000	30.00000
X44	0.000000	22.00000

4.3.1. Macar algoritması yöntemi ile operatörlerin tezgahlara atanması işleminin lingo program çözümü ile manuel çözümünün karşılaştırılması

Lingo programı sonucu;

X12:Matrisin 1. Satır 2. sütunu

X23:Matrisin 2. Satır 3. Sütunu

X34:Matrisin 3. Satır 4. sütunu

X41:matrisin 4. Satır 1. Sütunu

Macar algoritması yöntemi uygulama sonucu;

Tablo 4.12. Macar algoritması yöntemi uygulama sonuç tablosu.

Operatörler	Çelik Kesim	Torna Tezgahı	CNC İşleme	Isıl İşlem
Operatör 1	36	0	56	39
Operatör 2	0	30	0	4
Operatör 3	18	6	3	0
Operatör 4	0	18	7	0

Lingo programı çözümü ile Macar algoritması yöntemi manuel uygulama çözümü incelendiğinde birbirine eşit olduğu görülmektedir.

Operatör 1 torna tezgahına, Operatör 2 Cnc tezgahına, Operatör 3 ısıtıl işlem tezgahına, Operatör 4 çelik kesim tezgahına atanmıştır.



BÖLÜM 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uygulama sonucunda, operatörlerin yetkinlik puanlarını içeren Tablo 5.1. Polivalans tablosu aşağıdaki gibidir.

Tablo 5.1. Polivalans tablosu.

Polivalans Tablosu								
ADI SOYADI	Bölüm Adı		Tarih	Sayfa No	Hazırlayan	Onay		
	Çelik Kesim	Mevcut Puan Seviye	Torna	Mevcut Puan Seviye	CNC İşleme	Mevcut Puan Seviye	Isıl İşlem	Mevcut Puan Seviye
Operatör 1		Puan: 64		Puan:100		Puan:43		Puan:55
		Seviye:2		Seviye:4		Seviye:1		Seviye:2
Operatör 2		Puan:88		Puan:58		Puan:87		Puan:84
		Seviye:4		Seviye:2		Seviye:4		Seviye:3
Operatör 3		Puan:74		Puan:86		Puan:88		Puan:92
		Seviye:3		Seviye:4		Seviye:4		Seviye:4
Operatör 4		Puan:88		Puan:70		Puan:80		Puan:88
		Seviye:4		Seviye:3		Seviye:3		Seviye:4
ÇALIŞAMAZ					TEK BAŞINA ÇALIŞABİLİR			
EĞİTİME İHTİYACI VAR					BAŞKALARINA ÖĞRETEBİLİR			
GÖZETİM ALTINDA ÇALIŞABİLİR								

Sonuç olarak operatörlerin uygun tezgâhlara atamaları aşağıdaki gibi yapılmıştır.

- Operatör 1.Torna tezgâhına ataması yapıldı.
- Operatör 2. Cnc İşleme tezgâhına ataması yapıldı.
- Operatör 3.Isıl İşlem tezgâhına ataması yapıldı.
- Operatör 4.Çelik Kesim tezgâhına ataması yapıldı.

Yetkinlik analizi ile ilgili daha önce yapılmış olan çalışmalarda, personel ataması yöntemi için teknik örnek yöntem diye bahsedilmiş fakat yetkinlik ölçümü yönteminden bahsedilmemiştir.

Yetkinlik hazırlama yöntemine hiç yer verilmemiştir. Belirli yeteneklere sahip kişilerin, yeteneklerine göre verilen performans değerlerinin neye göre verildiği hakkında bilgi verilmemiştir.

Bu çalışmada ise diğer yapılmış çalışmalardan farklı olarak personel yetkinlikleri TAN yetkinlik talimatı modeline göre puanlar hesaplanmış ve bu puanlar kullanılarak Macar algoritması yöntemiyle personeller uygun tezgâhlara atanmıştır. Bu tarzda bir çalışma örneği yani yetkinlik performansları hesaplanıp Macar algoritması yöntemi kullanılarak personel ataması yapılan bir çalışma örneğine rastlanılmamıştır. Bu açıdan tez çalışması bu yönüyle farklı, özgün bir çalışmadır.

Tez çalışmasında 4 operatör için yetkinlik analizine yer verilmiştir. Personel sayısının yüksek olduğu örneğin 500 kişilik bir işletmede, yetkinlikleri Macar algoritması yöntemi ile atama yapmak değişken ve kısıt sayısının çok olmasından ötürü zordur. Lingo programında amaç fonksiyonunun ve kısıtların duali alınarak hesaplama yapılabilir. Dual simpleks yöntem sayesinde kısıt ve değişken sayısında azalma olacağından kolaylık sağlamaktadır.

Gelecekteki çalışmalarda bu çalışma temel alınarak, AHP ve DEMATEL yöntemleri ile bulanık değerlendirilmesi yapıp, 0-1 Hedef Programlama ile çalışmanın alternatif çözümü elde edilebilir.

KAYNAKLAR

- [1] A. Costaa, A. Fernandez-Viagasb, V. Framinanb, J.M. (2020). Solving the hybrid flow shop scheduling problem with limited human resource constraint, *Computers & Industrial Engineering* 146 (2020) 106545.
- [2] Huang, D.K. Chiu, H.N. Yeh, R.H. Chang, J.H. (2009). A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem, *Computers & Industrial Engineering* 56 (2009) 1–10.
- [3] Ying, M. (2012). Application of Assignment Model in PE Human Resources Allocation, 2012 International Conference on Future Energy, Environment, and Materials.
- [4] Laha, D. Gupta, J.N.D. (2016). A Hungarian penalty-based construction algorithm to minimize makespan and total flow time in no-wait flow shops, *Computers & Industrial Engineering* 98 (2016) 373–383.
- [5] Kaihlanen, Marja, A. (2021). Nursing informatics competences of Finnish registered nurses after national educational initiatives: A cross-sectional study, CC BY 0.
- [6] Uysal, B.S. (2021). Bulanık mantık yaklaşımı ile yönetici yetkinliklerinin ölçülmesi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı, Eğitim Yönetimi ve Denetimi Bilim Dalı, 2021.
- [7] Engelhardt, L. Goldhammer, F. Lüdtke, Koller, O. Baumert, J. Carstensen, C.H. (2021). Separating PIAAC competencies from general cognitive skills: A dimensionality and explanatory analysis, *Studies in Educational Evaluation* 71 (2021) 101069.
- [8] Engelhardt, L. Goldhammer, F., Naumann, J., & Frey, A. (2017). Experimental validation strategies for heterogeneous computer-based assessment items. *Computers in Human Behavior*, 76, 683–692.
- [9] Gökkay, H. Kellegöz, T. (2017). Personel Tayin İşlemleri İçin Ahp, Topsis ve Macar Algoritması Tabanlı Karar Destek Modeli, *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, Cilt: 28 Sayı: 1 Sayfa: (2-18).

- [10] Rabbani, Q., Khan, A., & Quddoos, A. (2019). Modified Hungarian method for unbalanced assignment problem with multiple jobs. *Applied Mathematics and Computation*, 361, 493-498.
- [11] Korytkowski, P. (2017). Competences-based performance model of multi-skilled workers with learning and forgetting. *Expert Systems with Applications*, 77, 226-235.
- [12] Lian, J., Liu, C., Li, W., & Yin, Y. (2018). A multi-skilled worker assignment problem in seru production systems considering the worker heterogeneity. *Computers & Industrial Engineering*, 118, 366-382.
- [13] Shahhosseini, V., & Sebt, M. H. (2011). Competency-based selection and assignment of human resources to construction projects. *Scientia Iranica*, 18(2), 163-180.
- [14] Lan, S., Fan, W., Liu, T., & Yang, S. (2019). A hybrid SCA-VNS meta-heuristic based on Iterated Hungarian algorithm for physicians and medical staff scheduling problem in outpatient department of large hospitals with multiple branches. *Applied Soft Computing*, 85, 105813.
- [15] Yokoya, D., Duin, C. W., & Yamada, T. (2011). A reduction approach to the repeated assignment problem. *European Journal of Operational Research*, 210(2), 185-193.
- [16] Huang, D. K., Chiu, H. N., Yeh, R. H., & Chang, J. H. (2009). A fuzzy multi-criteria decision making approach for solving a bi-objective personnel assignment problem. *Computers & Industrial Engineering*, 56(1), 1-10.
- [17] Koltai, T., Dimény, I., Gallina, V., Gaal, A., & Sepe, C. (2021). An analysis of task assignment and cycle times when robots are added to human-operated assembly lines, using mathematical programming models. *International Journal of Production Economics*, 242, 108292.
- [18] Demirer Ö. Alkan R.M.,” Disiplinlerarası Bir Yaklaşım Olarak Yöneylem Araştırmasının Mühendislik Uygulamalarında Kullanımı” Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2015, 7(1), 37-46, doi: 10.15659/hartek.15.04.88.
- [19] Kurucuoğlu, Ü. (2010). Çok Uluslu Bir Şirkette Ülkelere İlişkin Yetkinlik Algılamaları ve Yetkinlik Bazlı Mülakat Etkinliğine İlişkin Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- [20] Gürel, T. (2009). Hizmet İçi Eğitimlerin Kurum İçi İletişim Aracı Olarak Kullanımına Yönelik Bir Öneri, Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, Cilt: 23, Sayı: 3, 2009.
- [21] Spencer, S.M. (1993). *Competence at Work: Models for Superior Performance*. John Wiley ve Sons, New York.

- [22] Boyatzis, R.E. (1982). The Competent Manager: A Model for Effective Performance. John Wiley ve Sons, New York.
- [23] Budak, H. (2018). Özellik seçim yöntemleri ve yeni bir yaklaşım, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi.
- [24] <http://www.ekolar.com/atama-problemleri/>., Erişim Tarihi: 10.01.2022.
- [25] Bakır, M. A. Altunkaynak, B. (2003). Tamsayılı Programlama Teori, Modeller ve Algoritmalar, Nobel Yayın. Claycombe.
- [26] Kara, İ. vd. (2000). Doğrusal Programlama, Bilim Teknik Yayınevi, Ankara.
- [27] Atlı, A.B. (2021). AHP ve Macar Algoritması Kullanılarak Proje Seçimi, İstanbul Ticaret Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı, İşletme Yüksek Lisans Programı, İstanbul.
- [28] Kuhn, H.W. (1955). The Hungarian Method for the assignment problem. Naval Research Logistics Quarterly, 2, 83-97.
- [29] Delgado-Penín, J.A. Medina-Acosta, G.A. (2011). On the feasibility of a channel-dependent scheduling for the SC-FDMA in 3GPP-LTE (mobile environment) based on a prioritized-bifacet hungarian method. EURASIP J. Wirel. Commun. Netw. 2011, 71.
- [30] Sel, Ç. (2013). Genel Atama Problemlerinin Çözümünde Deterministik, Olasılık Temelli ve Sezgisel Yöntemlerin Uygulanması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Çiğdem CEBECİ

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Endüstri Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Beykent Üniversitesi /Mühendislik Mimarlık Fakültesi / Endüstri Mühendisliği	2016
Ön Lisans	Sakarya Üniversitesi /Adapazarı Meslek Yüksek Okulu / Bilgisayar Teknolojileri ve Programlama	2010
Yüksek Lisans	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Orta Öğretim Alanlar Eğitimi Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans	2010
Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi / Sosyal Bilimler Enstitüsü / İşletme Anabilim Dalı/ Üretim ve Servis Sistemleri Yönetimi	2007
Lisans	Sakarya Üniversitesi / Fen Edebiyat Fakültesi / Fizik Bölümü	2005
Lise	Sapanca Şehit Albay Güner Ekici Lisesi	1997

İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer	Görev
2021-Halen	Sakarya Büyükşehir Belediyesi Saski	Tesis Sorumlu Mühendisi
2018-2019	M-Tec Mercedes Benz Fabrikası	Kalite Yöneticisi
2016-2017	Özel Sapanca İş Mak. Operatörlük	Kurum Müdürü

2014-2015	Milli Eğitim Bakanlığı	Fizik, Matematik Öğretmeni
2007-2013	Başak Traktör A.Ş.	Kalite Mühendisi

YABANCI DİL:

İngilizce

ESERLER (makale, bildiri, proje vb.)

1. Process Improvement with Lean Manufacturing Techniques in the Cable Company IMSS'21 Sakarya University - Sakarya/Turkey (Virtual + Onsite), 27-29 May 2021 (Bildiri)
2. Nükleer Enerji Deneylerinde Kullanılan Dedektörler, Fizik Bölümü Lisans Bitirme Tezi
3. Kalite de Altı Sigma ve Uygulamaları, İşletme Yüksek Lisans Projesi
4. Laboratuarlarda Uygulanan Sertlik Ölçme Deneyleri Başvuru Dokümanı, Başak Traktör Metalürji Laboratuvarı Kalite ve Kontrol Dokümanı Başak Traktör Kalite Yönetim Sistemleri.
5. Hidrojen Gevrekliği, Başak Traktör Metalürji Laboratuvarı Kalite ve Kontrol Dokümanı
6. Sakarya Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Bitirme Tezi, İstatistiksel Proses Kalite Kontrol Uygulamaları (CNC, Honberg Atölyesi, Motor Bloğu, Diferansiyel, Aktarma, Şanzuman X Bar-R Kartları Hazırlanması ve Minitap Programında Uygulama Çalışması)
7. Fizik Öğretmenliği Yüksek Lisans Projesi, Galaksiler

HOBİLER

Yüzmek, bisiklet sürmek, kamp yapmak ve evcil hayvan beslemek.