

Atıf/Citation:

Ekin, E., Kıymaz, B. B. ve Dolanbay, G. (2023). Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 24(2): 63-80. <https://doi.org/10.24889/ife.1302103>

MAKİNE BAKIM PLANLAMASI PROBLEMİNİN AHP ve SAW YÖNTEMLERİYLE ÇÖZÜMÜNDE ASKERİ MATBAA ÖRNEĞİ

Emre EKİN*, Burak Batuhan KIYMAZ, Gamze DOLANBAY*****

ÖZ

Askeri matbaalar; birçok kamu kurumuna ve özel kuruluşa baskı haritalar, siparişe bağlı kitap ve dergi basımı yapan çok yoğun bir faaliyet içerisindeki matbaa birimleridir. Bu yönüyle her baskı makinesi hayati öneme sahiptir ve hızlı ilerleyen iş akışının sekteye uğramaması ve sürekliliğin sağlanması için baskı makineleri düzenli bakıma ihtiyaç duymaktadır. Askeri matbaa şubesindeki baskı makineleri, her elektronik cihazda olduğu gibi fazla kullanım sonucu oluşabilecek ısınma vs. gibi durumlar neticesinde arıza vermekte ve baskı sekteye uğrayabilmektedir. Bu durum ise devamlılığı ve verimi azaltıp, tamir masrafı çıkararak kurumu zora sokmaktadır. Bunun için de optimal bir bakım planlamasına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, askeri matbaada yer alan makinelerin dört alternatif ve beş kriterle uzman görüşü eşliğinde AHP ve SAW yöntemleriyle bakım planlamalarının yapılması ve önceliklendirilmesi amaçlanmıştır. Çıkan bulgular doğrultusunda bakım planlamasında AHP ile 0,451 ağırlıkla, SAW ile 9,909 değer ile en öncelikli makinenin "Çok Renkli Ofset Baskı Makinesi" olduğu sonucuna varılmış ve ulaşılan bulgular kurum çalışanlarına da sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Çok Kriterli Karar Verme, Askeri Matbaa, Bakım Planlama, AHP, SAW.

JEL Sınıflandırması: M10, C44, D81.

MULTI-CRITERIA DECISION-MAKING SOLUTION OF MACHINE MAINTENANCE PLANNING PROBLEM: EXAMPLE OF MILITARY PRINTING HOUSE

ABSTRACT

Military printing presses; are the printing units that are in a very busy activity, printing maps, books and magazines to many public institutions and private institutions. In this respect, every printing machine is vital and printing machines need regular maintenance to ensure that the fast-moving workflow is not interrupted and its continuity is ensured. The printing machines in the military printing branch, as in every electronic device, may cause heating etc. as a result of excessive use. As a result of such situations, it may malfunction and the printing may be interrupted. This situation, on the other hand, puts the institution in a difficult situation by reducing the continuity and efficiency, and by incurring repair costs. For this, an optimal maintenance planning is needed. In this study, it is aimed to make maintenance plans and prioritize the machines in the military printing house with AHP and SAW methods in the presence of expert opinion with four alternatives and five criteria. In line with the findings, it was observed that the most priority machine with AHP with a weight of 0,451 and with a SAW with a value of 9,909 was the "Multi-Color Offset Printing Machine" and the findings were presented to the employees of the institution.

Keywords: Multi Criteria Decision Making, Military Printing, Maintenance Plan, AHP, SAW.

JEL Classification: M10, C44, D81.

GİRİŞ

Günümüzde teknolojiye gelişmelerin etkisiyle makineler her sektörde yoğun olarak kullanılmaya başlanmıştır. Makinelerin bu yoğun kullanımının sonucu olarak süreklilik ile verimliliğin sağlanması açısından son derece önemli bir konu olan makine tamir bakımlarının yapılması zorunluluğu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple makinelerin faal halde bulundurulması için makine bakımlarının planlanması tüm sektörlerde, tüm işletmeler için son derece kritik bir konu haline gelmiştir. Makine arızası nedeniyle

* Dr., Marmara Üniversitesi, <https://orcid.org/0000-0002-4043-9750>

** Endüstri Mühendisi, burakbatuhankiyamaz@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2694-8970>

*** Araş. Gör. Dr. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Erciş İşletme Fakültesi, İşletme Bölümü, Van, Türkiye. E-mail: gamzedolanbay@yyu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-1771-3520>

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

yaşanacak olan iş kaybı işletmenin tüm fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyecek, üretimde aksamalar, iş kayıpları, verimlilik kaybı, maliyetlerin artışı ve karlılığın azalması ile birlikte şirket hedeflerinden uzaklaşılmasına sebep olacaktır. Böylece herhangi bir sektörde fonksiyonu ne olursa olsun bir makinenin arıza yapması ve işlevsiz durumda olması işletmenin darboğaza girmesine sebep olacaktır. Globalleşen dünyada hem işletmelerin rekabet edebilmeleri, karlılıklarını artırıp, devamlılık sağlamaları hem de kamu sektöründe işlerin aksamaması için üretimde devamlılık esastır. Bu devamlılık için makinelik üretim yapan işletmeler ile kamu sektöründe makinelik üretim yapan kurumlarda makineler büyük bir öneme sahiptir. Üretimin makineye bağlı olarak gerçekleşmesinden dolayı makine arızalarının giderilmesi ve arıza oluşmadan önce gerekli rutin bakımlarının yapılması maksadıyla bakım planlaması yapılması zaruridir. Makinelere ilişkin bakım planlamasının yapılmaması durumunda arıza oranları ve makinelerin atıl kalma süreleri artacak, üretimde aksamalar meydana gelecektir. Hem kamuda hem özel sektörde işlerin aksamadan devam etmesi, üretimde darboğazların engellenmesi, optimal üretim koşullarının sağlanması verimlilik ve etkinlik ile beraber hem kar elde etme hem de kamu faydası sağlama isteğini çıkarmaktadır. Bu durumlar bakım planlaması önemini tekrar gözler önüne sermektedir. Bu çalışmada bakım planlama konusu ele alınmış ve makine problemi için ÇKKV (Çok Kriterli Karar Verme) yöntemleri ile optimal bir bakım planlaması yapılması amaçlanmıştır. Çalışmanın yapıldığı yer askeri bir uygulama yeri olan askeri matbaanın bir şubesidir. Çalışmanın yapıldığı matbaada baskı makinelerinin sürekli ve optimal bir performansta çalışabilir halde olması için baskı makinelerine düzenli bir bakım planı hazırlanması acil bir gerekliliktir. Bakımsız bir makine her an arıza verebileceği için baskı işlerini sekteye uğratabilir ve planlanan iş takviminde gecikmelere sebep olarak iş yükünü artırır. Bu durum ise hem kurumu hem kurumdan yanıt bekleyen diğer kurumları zora sokar. Örneğin Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ya da mahkemelerden gelen davalık, icralık arsalar için o arsaya ait ada parsellerinin harita basımı Harita Genel Komutanlığı tarafından yapılmaktadır. Bu kurumlara gerekli olan harita basımları vaktinde gitmezse davalarda gecikme yaşanabilir. Her gün sadece mahkemeden, ortalama 200 adet baskı talebi geldiğini de göz önüne alırsak baskı makineleri için iş yükünün oldukça fazla olduğu görülmektedir. Bu iş yüküne yetişebilmek için makineler daima baskıya hazır halde bulunmak zorundadırlar. Bu durumlar haricinde de askeri matbaalar bir kurum olduğu için TSK (Türk Silahlı Kuvvetleri) ve MSB'nin (Milli Savunma Bakanlığı) kritik düzeydeki istekleri için 7/24 faal olması bir ihtiyaç değil zorunluluktur. Bu nedenle baskı makineleri kurum ve kurumdan iş bekleyen kuruluşlar için hayati öneme sahiptir ve bu makinelerin bakımının düzenli olarak yapılması gereklidir. Bu düzen için ise bir bakım planlanmasına ihtiyaç duyulmaktadır. 7/24 aktif çalışır halde olması istenilen makinelerin gerekli bakım çizelgelemesini çıkarılarak optimal şekilde çalışmasını sağlanmalıdır. Bu yolla yıpranmayı ve eskimeyi en düşük düzeye indirerek kurumun değerini korumak ve kurumun makine donanımlarının ömrünü uzatmak sağlanmaktadır. Bunun gerçekleşmesi ve kurumun isteklerinin yerine gelmesi ise bakım planlaması ile mümkündür. Çalışmada makinelerin bakım planlamalarının yapılmasında Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP; Analytic Hierarchy Process) ve Basit

Toplamlı Ağırlıklandırma (SAW; Simple Additive Weighting) yöntemleri kullanılmıştır. Askeri matbaa bakım planlama çalışmasının uygulaması için ÇKKV yöntemleri arasında yaygın ve kullanımı kolay olan AHP, matematiksel basitliği sebebiyle de SAW yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler ÇKKV yöntemleri arasında yaygın ve kullanımı kolay yöntemlerdendir. AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi) yöntemi; önem derecelerini hesaplaması, sıralama yapmaya elverişli olması, en iyi alternatifi seçebilmesi, nesnel ve nesnel olmayan düşünceleri karar aşamalarında kullanabilmesi, problemi detaylı bir şekilde ortaya koyup ayrıştırabilmesi, kaynak paylaşımı, değerlendirme, tasarlama ve iyileştirme, tahmine uygun oluşu, tek bir uygulama alanında sınırlı kalmaması gibi nedenlerle tercih edilmiştir. SAW (Basit Toplamlı Ağırlıklandırma) yöntemi; matematiksel kolaylığı, skorumla tekniği olması, iki aşama ile uygulanabilme özelliğine sahip olması, kriterlerin teker teker toplam puana olan katkısının diğerlerinden bağımsız olması nedeniyle tercih edilmiştir. Çalışmada önce bakım planlamasına ve yöntemlere ilişkin literatür taramasına yer verilecek yöntemlerin anlatımından sonra probleme ilişkin uygulama safhasına geçilecektir.

LİTERATÜR TARAMASI

Çalışmanın uygulama konusu olan bakım planlaması ve makinelerin bakım planlamasına ilişkin yapılan literatür taramasında, 2004-2021 yılları arasında yayınlanan teorik ve pratik uygulamalar içeren Türkçe çalışmalar aşağıdaki tabloda kaydedilmiştir. Yapılan literatür taramasında özellikle ÇKKV ile yapılmış bakım planlaması çalışmaları başta olmak üzere ilgili çalışmalara yer verilmiştir. TSK ve MSB için öncelikli olmak kaydıyla farklı kamu kurumlarının ve gerekli olduğu durumlarda özel kurumların da baskılarını sağlama görevi gören Askeri matbaalardaki baskı makineleri için literatürde daha önce bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmanın bu yönüyle özgün oluşu ve elde edilen sonuçların ve problemin ele alınış şeklinin diğer askeri matbaalar için yol göstereceği düşünülerek literatüre katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Bakım Planlamasına İlişkin Literatür Çalışması

Tablo 1: Bakım Planlaması Literatür Araştırması

Nu.	Yazar/lar	Yıl	Çalışmanın		Uygulama		
			Amaç	Yöntem	Teorik	Pratik	Alan
1	Kınacı vd.	2022	Raylı ulaşım sistemlerinde bakım yöntemlerinin verimlilik açısından önceliklendirilmesi	AHP- PROMETHEE-		X	Ulaşım
2	Akgönül vd.	2021	Medikal işletmesi için bakım stratejisi seçimi	Bulanık ANP- TOPSIS- ELECTRE		X	Üretim

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

3	Dünder vd.	2021	Makine öğrenmesine dayalı kestirimci bakım ile ilgili çalışmaların incelenmesi	ML ve PDM	X		Makine Bakım Planlama
4	Gedikli vd.	2021	Bir gıda işletmesinde en uygun bakım stratejisi seçimi	Bulanık TOPSIS-Bulanık AHP		X	Gıda Üretim
5	Kasap vd.	2021	Makine öğrenme yaklaşımlarıyla motor arıza tespiti	ML ve IM		X	Makine Bakım Planlama
6	Özcan vd.	2020	Hidroelektrik santrali için hibrid bir bakım çizelgeleme modeli	TOPSIS-AHP-YSA-TP		X	Enerji
7	Özdemir ve Özcan	2020	Demiryolu Araçlarında Bakım Planlaması	AHP-COPRAS-Tamsayı Programlama		X	Lojistik
8	Özcan vd.	2019	Bir hidroelektrik santralindeki strateji optimizasyonu	AHP-TOPSIS		X	Enerji
9	Abdulgader vd.	2018	Bir bakım planı seçmek için karar destek modelinin geliştirilmesinde teorik bir çerçeve	Fuzzy DEMATEL-Fuzzy AHP-Fuzzy TOPSIS	X		Üretim
10	Yağlı ve Arıkan	2018	Hava Kuvvetleri Komutanlığı malzeme ihtiyaç planlaması tedarik tavsiye listesinin analizi	TOPSIS-AHP		X	Savunma
11	Karahan	2015	Bir işletmenin arıza verilerini alarak, gelecekte ortaya çıkması muhtemel arızaların tahmini	Monte Carlo Simülasyonu		X	Makine Bakım Planlama
12	Aghaee ve Fazli	2012	Bakım yaklaşımı seçimi için geliştirilmiş bir ÇKKV yöntemi	ANP-DEMATEL		X	Otomotiv

Emre EKİN, Burak Batuhan KIYMAZ ve Gamze DOLANBAY

13	Gürbüz ve Cömert	2012	Uçakların fabrika seviyesinde bakım planlama modeli	Tamsayılı Doğrusal Programlama		X	Ulaşım
14	Papakostas vd.	2010	Çoklu kriter analiziyle uçak bakım planlaması	Operasyonel Risk Değerlendirmesi		X	Ulaşım
15	Rosqvist vd.	2009	Bir gaz üretim tesisi için değer odaklı bakım planlaması	VDMP		X	Enerji
16	Liu ve Frangopol	2004	Olasılıksal tahmine dayalı köprü bakım planlaması	Monte Carlo Simülasyonu	X		Ulaşım
17	Öztürk	2004	Makinelerin gözlemlenerek alınan veriler ışığında yapılan bakım planlama ile en yüksek verimliliğe ulaşmak	Monte Carlo Simülasyonu		X	Makine Bakım Planlama

AHP ve SAW Yöntemlerine İlişkin Literatür Çalışması

Uygulamada makine bakım planlamasına ilişkin problemin çözümünde kullanılan AHP-SAW yöntemlerine ilişkin literatür araştırmasında, 2010-2018 yılları arasında yayınlanan teorik ve pratik uygulamalar içeren Türkçe çalışmalara aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

Tablo 2: Kullanılan Yöntemlerle İlgili Literatür Araştırması

Nu.	Yazar/lar	Yıl	Çalışmanın		Uygulama		
			Amaç	Kullanılan Yöntem	Teorik	Pratik	Alan
1	Akın vd.	2018	İş ahlakı standartlarını etkileyen ve literatür taraması sonucunda elde edilmiş faktörlerin önem sırasına göre hiyerarşik sıralanması amaçlanmıştır.	AHP	X		Ahlak
2	Bedirhanoğlu ve Lezki	2018	Eskişehir KOBİ Organize Sanayi Bölgesinde faaliyette bulunan KOBİ'lerin banka tercihlerinde etkili olan kriterlerin neler olduğunun ve bu kriterlerin önem derecelerinin, AHP yöntemi ile belirlenmesi amaçlanmıştır.	AHP		X	Bankacılık

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

3	Nart vd.	2017	Otomotiv sektöründe yer alan işletmelerde inovasyonu ortaya çıkaran işletme yeteneklerinin görece önem derecelerinin belirlenmesi	AHP	X		Otomotiv
4	Urmak vd.	2017	Ülkemizde gerçekleştirilen ormancılık faaliyetlerinin il bazında değerlendirilmesi	AHP-SAW	X		Ormancılık
5	Hamurcu vd.	2016	Ders kitabı yazan bir yazarın belli kriterler doğrultusunda en uygun basımevi seçimini sağlamak amaçlanmıştır.	AHP ve TOPSIS	X		Basım
6	Ömürbek vd.	2016	Çalışmada; firma imajı, kalite, fiyat, güvenilirlik, tanınmışlık, daha önce çalışılmış olmak ve referans kriterleri doğrultusunda yapı denetim firmaları değerlendirilmektedir.	AHP-SAW		X	İnşaat
7	Erdem vd.	2014	Belirlenen alternatif ve kriterlere göre enerji santrali seçimi	AHP	X		Enerji
8	Kazançoğlu ve Ada	2010	Belirlenen kriterler doğrultusunda en uygun tedarikçi seçimi	AHP	X		Ticaret

YÖNTEM

Askeri matbaa bakım planlama çalışmasının uygulaması için ÇKKV yöntemlerinden AHP ve SAW yöntemleri kullanılmıştır. ÇKKV yöntemleri içinde ikili karşılaştırma yoluyla kriter ağırlıklandırmaya yarayan BWM, SWARA, AHP, ANP gibi çok sayıda yöntem mevcuttur. Bu yöntemler ikili karşılaştırma yoluyla sayılamayan kriterlerin yeniden ölçülerek sayılabilir hale getirilmesine olanak sağlar. Bu çalışmada kriter ağırlıklandırmak için ikili karşılaştırma esasına dayanan bu yöntemlerden AHP kullanılmıştır. AHP yöntemi hem karar kriterlerinin ağırlıklandırmasında hem de alternatiflerin sıralanmasında kullanılabilirdiği için diğer yöntemlere tercih edilmiştir. Öte yandan SAW yöntemi de ARAS, TOPSIS, ELECTRE ve PROMETHEE gibi sıralama yöntemlerine göre literatürde daha az uygulanmış olması nedeniyle tercih edilmiştir. SAW yöntemi ayrıca TODIM, RAFSI gibi yöntemlerin işlem adımları fazla olduğundan o yöntemlere tercih edilmiştir. CoCoSo yöntemi SAW ve EWP yöntemlerinin bütünleşmesinden oluştuğu için SAW yöntemi CoCoSo yöntemine tercih edilmiştir. Çalışma kapsamındaki askeri matbaadaki alternatif dört makine beş farklı kriterle öncelikle AHP daha sonra SAW yöntemleriyle sıralanmıştır. Daha sonra her iki yöntemle yapılan sıralamalar karşılaştırılarak uygulamanın güvenilirliği belirlenmiştir. AHP ve SAW yöntemlerinin uygulama adımlarına aşağıda yer verilmiştir.

AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesi)

AHP, karar problemlerini hiyerarşik bir model ile inceleyen ve ikili karşılaştırmalara dayanan çok kriterli karar verme yöntemidir (Felek, Yuluğkural ve Aladağ, 2007). Bir karar alma sistemine dayanan yöntem, tahminleme ile karar alma ve karar unsurlarının yüzdelik oranlarını yorumlamaktadır. (Saaty, 1994). AHP yönteminin uygulama adımları şu şekilde özetlenebilir.

Adım 1: Karar probleminin tanımlanarak, karar modelinin oluşturulması:

AHP hiyerarşik modeli kurulurken, en tepede problemin amacı, bir sonraki aşamada kriterler ve son aşamada karar alternatifleri bulunur (Saaty, 2008).

Adım 2: İkili karşılaştırma matrislerinin oluşturulması:

İkili karşılaştırma matrisleri, her alternatife her kriterle tek tek karşılaştırması ile elde edilir. Amaç, kriterler, alt kriterler ve alternatifler belirlendikten sonra kriterlerin ve alt kriterlerin kendi aralarında önem ağırlıklarının belirlenmesi için 1 numaralı gösterimdeki gibi ikili karşılaştırma matrisi oluşturulur. İkili karşılaştırmada karar verici kriterleri ve seçenekleri ikili olarak karşılaştırılır.

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & 1/a_{n3} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

İkili karşılaştırmada Saaty'nin aşağıdaki tabloda tanımlanan 1-9 önem ölçeği baz alınır (Saaty, 1980).

Tablo 3: AHP Ölçeğinin Dereceleri

Puanlama	Açıklama
1	Her iki faktör birbirine eşit ise 1 değeri alır,
3	1.Faktör 2. faktörden daha önemli olması durumunda 3 değeri alır,
5	1.Faktör 2. faktörden çok önemli olması durumunda 5 değeri alır,
7	1.Faktör 2. faktöre kıyasla çok güçlü bir öneme sahip olması durumunda 7 değeri alır.
9	1. Faktörün 2. faktöre göre mutlak üstünlüğü durumunda 9 değerini alır.

Adım 3: Kriter ağırlıklarının elde edilmesi:

İkili karşılaştırma matrisinin oluşturulmasının ardından matristeki tüm elemanların diğer elemanlara göre önemini belirten öz vektör hesaplanır. Matrise ait $n \times 1$ boyutlu öz vektör aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$i = 1, 2, 3, \dots, n \text{ ve } j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

için kriterlerin önem yüzdelerini belirlerken $W=[w_i]_{n \times 1}$ şeklindeki sütun vektörleri hesaplanmalıdır. W sütun vektörü iki numaralı eşitlikte belirtilen b_{ij} değerlerinin oluşturduğu matrisin satır elemanlarının aritmetik ortalamasından oluşur.

$$b_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad W_i = \frac{\sum_{j=1}^n b_{ij}}{n} \quad (2)$$

Adım 4: Tutarlılık analizlerinin yapılması:

AHP ile elde edilen bulguların geçerli olabilmesi için, karşılaştırılmalı matrisin tutarlılık hesabı yapılmalıdır. Tutarlı olan bir A matrisinde, $\sum W_j = 1$, $n_j = 1$ olmak üzere, kriterlerin önem ağırlıklarını gösteren W sütun vektörü hesaplanır.

CI=tutarlılık indeksi, λ_{max} = maksimum özdeğer, n = matrisin boyutunu göstermek üzere;

Tutarlılık indeksi $CI = \frac{(\lambda_{max}-n)}{(n-1)}$ eşitliğinden hesaplanır. CR=Tutarlılık oranı, RI = Rasgelelik indeksini göstermek üzere; $CR = \frac{CI}{RI}$ eşitliği ile hesaplanır. RI, Tablo 4'te gösterilen değerlere göre seçilmektedir:

Tablo 4: 1-15 Ölçeğinde Rasgelelik İndeks Değerleri

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R	0.0	0.0	0.5	0.9	1.1	1.2	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.4	1.5	1.5	1.5
I	0	0	8	0	2	4	2	1	5	9	1	8	6	7	9

Tutarlılık oranının 0.1'den küçük ($CR < 0.1$) olması istenir.

Adım 5: En iyi alternatifin seçilmesi:

Tüm hiyerarşik yapı için dört işlem adımı uygulanır ve beşinci işlem adımında hiyerarşik yapı içindeki n tane kriterin tümünün oluşturduğu $m \times 1$ boyutlu üstünlük sütun matrisleri bir araya getirilerek $m \times n$ boyutlu karar matrisi oluşturulur. Karar matrisinin kriterler arası W üstünlük matrisi ile çarpılması sonucunda sonuç matrisine ulaşılır ve sıralamalar elde edilir.

SAW (Simple Additive Weighting)

SAW -Ağırlıklı Toplam Model (Weighted Sum Model) yöntemi ilk olarak 1954'te Churchman ve Ackoff tarafından portföy seçim problemine uygulanmıştır. (Çakır ve Perçin, 2013, s.452). Matematiksel altyapısının rahat anlaşılması nedeniyle tercih edilen bir yöntemdir. Yöntemde, tüm kriterlerin toplam puana olan katkısı birbirinden bağımsızdır ve kriterler birbirinden etkilenmezler. Yöntemin işlem adımları aşağıda gösterilmektedir.

Adım 1: Karar matrisinin yazılması:

SAW Yöntemi Tipik Karar Matrisi

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Ağırlıklar=[W_1 W_2 ... W_m]

Adım 2: Karar matrisinin normalize edilmesi:

SAW yönteminde eğer kriter faydayı ifade ediyorsa; her bir alternatifin her bir kriter açısından aldığı skorun maksimum değere bölümü kriter ağırlığı ile çarpılır ve alternatif tercih değeri elde edilir. Eğer kriter maliyeti ifade ediyorsa; her bir alternatifin her bir kriter açısından aldığı skorlar içinden minimum değere bölümü kriter ağırlığı ile çarpılır ve alternatif tercih değeri elde edilir (Afshari vd., 2010: 511). SAW yönteminde tüm kriterlerin mukayese edilebilme özelliğine sahip sayısal verilerden oluşmasına dikkat edilmelidir. Bu gereklilik yöntemin uygulanabilmesi için oldukça önemlidir (Yoon ve Hwang, 1995, s.33).

Sonuç olarak; SAW yönteminde alternatif seçimi, karar vericilerin değerlendirilmeleri sonucunda oluşan karar matrisinin normalizasyon işleminin gerçekleştirilerek karar vericilerin belirlediği ve toplamları 1 olan faktör ağırlıklarıyla çarpılması ve alternatiflerin toplam puanlarının toplanarak maksimum puana sahip alternatifin seçilmesi şeklinde gerçekleşmektedir.

SAW Yönteminde ilk aşamada m sayıda alternatif ve n sayıda değerlendirme kriterinden oluşan karar matrisi oluşturulur ve ardından aşağıda belirtilen eşitlik yardımıyla matris normalize edilir.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & i=1,\dots,m ; j=1,\dots,n \text{ fayda kriteri için} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} & i=1,\dots,m ; j=1,\dots,n \text{ maliyet kriteri için} \end{cases} \quad (4)$$

Adım 3: Alternatiflerin tercih skorlarının hesaplanması:

Alternatiflerin toplam tercih skorları aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j r_{ij} \quad j = 1, \dots, m \quad (5)$$

UYGULAMA

Uygulamaya konu olan askeri matbaalar çeşitli kamu kurumlarına ve özel kuruluşlara etkin bir şekilde baskı hizmeti vermektedir. Bu matbaalar, gündüz mesai saatleri içerisinde genel olarak Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü ve Adalet Bakanlığına bağlı mahkemelerden gelen dava süreci devam eden veya icralık arazilerin baskısının yapılmasıyla meşguldür. Ayrıca okullara ve diğer işletmelere normal harita (kabartmalı, siyasi... vs.) basımı da yapmaktadır. Gece mesaisinde ise TSK veya MSB'den gelebilecek acil kodlu baskı taleplerine karşılık verebilmek için makineler hazır halde bulunmaktadır. Askeri matbaada baskı bölümünde "Çok Renkli Ofset Baskı Makinesi",

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

“Sıvama ve Tutkal Sürme Makinesi”, “Sürekli Form Baskı Makinesi” ve “Ofset Kalıp Delme Makinesi” olmak üzere dört çeşit makine bulunmaktadır. Diğer şubelerde daha farklı baskı makineleri vardır. Makinelerin önem önceliğine göre kriterler göz önünde bulundurularak dört alternatif makine ve beş kriterle problem ele alınmıştır. Bu problem sonucunda hangi alternatif makinenin bakım önceliğine sahip olması gerektiği ortaya konulacaktır. Problemin çözümünde problemin ele alındığı baskı matbaa bölümünde çalışmakta olan bir harita mühendisi, iki harita teknikeri ve iki makine teknikeri olmak üzere toplam 5 uzman görüşünden yararlanılmıştır. Görüşlerinden yararlanılan uzmanların özelliklerine Tablo 5’te yer verilmiştir.

Tablo 5: Karar Verici/Uzman Özellikleri

Uzman	Görevi	Görev başlangıç yılı	Yaş	Cinsiyet
1	Harita mühendisi	1994	57	Erkek
2	Harita teknikeri	1994	55	Erkek
3	Harita teknikeri	1996	50	Erkek
4	Makine teknikeri	1995	52	Erkek
5	Makine teknikeri	1996	48	Erkek

Kriterler ve Alternatiflerin Belirlenmesi

Askeri matbaa basım makinesi bakım planlaması problemine ilişkin kriterler belirlenirken bu birimde uzun yıllar hizmet vermiş olan beş uzman eşliğinde karar verilmiştir. Bu amaçla baskı sürecini sekteye uğratmayacak makine sayısı, makine bakımına ayrılacak azami süre, makinenin baskı aşamasındaki kritik rolü, baskı biriminin maksimum çalışma sınırı gibi faktörler göz önüne alınarak karar kriterleri belirlenmiştir. Bu süreçte çoğu kriterde uzmanlar hemfikir olmakla beraber, fikir ayrılıklarının ortaya çıktığı kriterler için çoğunlukta olan kriter tekrardan uzman görüşlerine sunulmuş ortak karar alınmıştır. Karar alternatifleri ise matbaada kullanılan baskı makineleri arasından seçilmiştir.

Kriterler;

K1: Makine bakımı için gereken iş gören saati- minimum

K2: Bakım süresi dolan makine sayısı- minimum

K3: Bakıma alınabilecek en fazla makine sayısı- minimum

K4: Makinenin önem ağırlığı- maksimum

K5: Matbaanın aylık toplam iş gücü kapasitesi- maksimum

Alternatifler;

A1: Çok Renkli Ofset Baskı Makinesi

A2: Sıvama ve Tutkal Sürme Makinesi

A3: Sürekli Form Baskı Makinesi

A4: Ofset Kalıp Delme (Punch) Makinesi

Çalışmada kullanılacak olan kriterler, Askeri matbaada baskı bölümünde çalışan konunun uzmanları ile yapılan yüz yüze mülakat yöntemi ile belirlenmiştir. Bu doğrultuda Makine bakımı için gereken iş gören saati, Bakım süresi dolan makine sayısı, Bakıma alınabilecek en fazla makine sayısı, Makinenin önem ağırlığı, Matbaanın aylık toplam iş gücü kapasitesi şeklinde belirlenen beş kriter Tablo 6'da gösterilmiştir.

Tablo 6: Kriterler ve Kodları

Kriterler	Kodlar	
Makine bakımı için gereken iş gören saati	K1 4	0,100
Bakım süresi dolan makine sayısı	K2 1	0,420
Bakıma alınabilecek en fazla makine sayısı	K3 3	0,160
Makinenin önem ağırlığı	K4 2	0,260
Matbaanın aylık toplam iş gücü kapasitesi	K5 5	0,060

Makinenin bakımı için gereken iş gören saati: Bakımı gereken makine, bakım süresince faal olamayacağından baskı işini sekteye uğratıp biriken iş sayısını artıracaktır. Bu da üretimin kesilmesine ve dolayısıyla planlanan teslimat süresinde gecikmeye sebep olacaktır.

Bakım süresi dolan makine sayısı: Bir bakım planlaması olmadığından ve iş yükü fazla olduğundan baskıyı sekteye uğratmamak için bakım süresi gelen makineler bazen bakıma alınamamaktır.

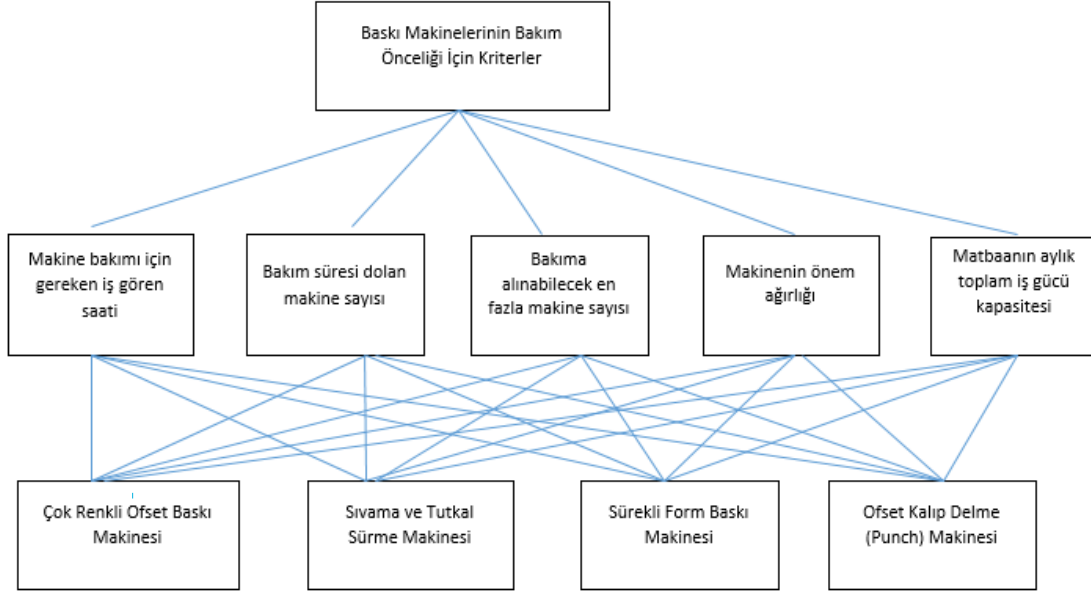
Bakıma alınabilecek en fazla makine sayısı: Bakım ile ilgilenen tekniker sayısı kısıtlı olduğundan (2 personel) ve bakım süresi de o an ki koşullara göre değişkenlik gösterdiğinden aynı anda bakıma alınabilecek makine sayısı kısıtlıdır.

Makinenin önem ağırlığı: Her makine eşit öneme sahip değildir. Bazı baskı makineleri iş yüküne göre 7/24 faal kullanılabilirken bazı makinelerin kullanım sıklığı azdır.

Matbaanın aylık toplam iş gücü kapasitesi: Kamu personelinin (10 personel) çalışma saatleri 09.00-18.00 saatleri arası, nöbetçi personelin (1 personel) ise 18.00-09.00 şeklindedir. Bu sebeple personel sayısı ve çalışma saatleri göze alındığında matbaa şubenin aylık toplam iş gücü kapasitesinin bir sınırı vardır.

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

Uygulamanın Hiyerarşik Yapısı



Şekil 1: Hiyerarşik Yapı

AHP Yönteminin Uygulanması

Çalışmada AHP yönteminin seçilme nedeni; yöntemin önem değerlerine göre hesaplanması, sıralama yapmaya elverişli olması, en iyi alternatifi seçmesi, nesnel ve nesnel olmayan düşünceleri karar sürecine dahil etmesi, problemi detaylı olacak şekilde ortaya koyup ayrıştırabilmesidir. Aynı zamanda kaynak dağılımı, değerlendirme, planlama ve geliştirme, tahminleme yönleri ve tek bir uygulama alanında sınırlı kalmaması da bu nedenler arasındadır. AHP'nin uygulama safhasında ise karar vericiler olan kurum çalışanlarının kriterleri değerlendirmesi sonucu her bir kriter kendi arasında değerlendirilerek aşağıdaki tablodaki veriler elde edilmiştir.

Tablo 6: Kriterlerin AHP Karşılaştırma Matrisi

Karşılaştırma Matrisi	K1	K2	K3	K4	K5
K1	1,000	0,250	0,330	0,500	2,000
K2	4,000	1,000	2,000	3,000	5,000
K3	2,000	0,330	0,500	1,000	3,000
K4	3,000	0,500	1,000	2,000	4,000
K5	0,500	0,200	0,250	0,330	1,000
Toplam	10,500	2,280	4,080	6,830	15,000

Karşılaştırma matrisinden elde edilen sonuçlar ışığında ise her bir kriterin ağırlığı hesaplanarak aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 7: AHP Yöntemine Göre Kriterlerin Ağırlıkları

Ağırlık Vektörü	
K1	0,100
K2	0,420
K3	0,160
K4	0,260
K5	0,060

Kriter ağırlıkları ile alternatifler değerlendirmeye alınıp matris cebiri uygulanarak her bir alternatifin ağırlığı hesaplanarak, alternatiflerin kendi arasında sıralaması aşağıda elde edilmiştir.

Tablo 8: AHP Sonuç Sıralaması

Alternatif	Sonuç	Sıralama
A1	0,451	1
A2	0,109	4
A3	0,311	2
A4	0,128	3

Elde edilen veriler sonucunda makinelerin bakım planlaması sırasıyla $A1 > A3 > A4 > A2$ olmalıdır.

SAW Yönteminin Uygulanması

SAW (Basit Toplam Ağırlıklandırma) yöntemi; matematiksel kolaylığı, skora tekniği olması, iki aşama ile uygulanabilmesi, rahat uygulanabilir bir yöntem olması, her bir kriterin toplam puana olan katkısının diğerlerinden bağımsız olması nedeniyle seçilmiştir.

Karar vericilerin ışığında fayda ve maliyet kriterleri belirlenmiş ve kriter ve alternatiflerin başlangıç matrisi elde edilmiştir.

Tablo 9: SAW Başlangıç Karar Matrisi

	Min	Min	Min	Max	Max
	K1	K2	K3	K4	K5
A1	47	47	19	56	56
A2	16	10	19	6	13
A3	28	28	51	26	27
A4	10	16	11	12	4

**Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa
Örneği**

Tablo 10: SAW Normalize Karar Matrisi

Kriter değerlerinden oluşan matris ile ağırlıkların oluşturduğu matris çarpılarak alternatif sıralamaları elde edilir.

	K1	K2	K3	K4	K5
A1	0,212	0,212	0,578	1,000	1,000
A2	0,625	1,000	0,578	0,107	0,232
A3	0,357	0,357	0,215	0,464	0,482
A4	1,000	0,625	1,000	0,214	0,071

Tablo 11: SAW Alternatiflerin Tercih Skorları

	Ai	Sıralama
A1	9,909	1
A2	2,649	4
A3	5,646	2
A4	3,482	3

Sonuç tablosunda ise bakım planlama önceliklerinin sırasıyla A1>A3>A4>A2 şeklinde olması gerektiği görülmüştür.

A1: Çok Renkli Ofset Baskı Makinesi

A2: Sıvama ve Tutkal Sürme Makinesi

A3: Sürekli Form Baskı Makinesi

A4: Ofset Kalıp Delme (Punch) Makinesi

Tablo 11. SAW ve AHP Sonuçlarının Karşılaştırılması

	SAW	AHP
	Sıralama	Sıralama
A1	1	1
A2	4	4
A3	2	2
A4	3	3

Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan AHP ve SAW baskı makinalarının bakım planlarının önceliklendirilmesini aynı sıralama ile sonuçlandırmıştır.

TARTIŞMA SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Askeri matbaalarda faaliyet gösteren baskı makinelerinin bakım planlaması problemi ele alınmıştır. MSB ve TSK başta olmak üzere kamu kurum ve kuruluşlarının ve özel kurumların basım ihtiyaçlarına karşılık veren ve bu yönüyle önem arz eden askeri matbaalar; mevcut iş gücü kapasitesini aşmadan, ürün hizmet dengesini koruyarak, kendisine ayrılan bütçeyi aşmayarak, kullanılan makinelerin çalışma ömrünü en uzun solukta tutarak sürekli faal halde çalışması gereken çalışma ofisleridir. Uygulama kısmında, bir askeri matbaada yirmi yılı aşkın süredir hizmet veren çeşitli harita mühendisi, harita teknikeri ve makine teknikerlerinin görüşlerine başvurularak maksimum iş performansı ve minimum maliyet başta olmak üzere belirlenen hedeflere uygun şekilde uzmanların karar kriterlerini belirlenmesi istenmiştir. Bu kriterler; K1: Makine bakımı için gereken iş gören saati, K2: Bakım süresi dolan makine sayısı, K3: Bakıma alınabilecek en fazla makine sayısı, K4: Makinenin önem ağırlığı, K5: Matbaanın aylık toplam iş gücü kapasitesidir. Bu kriterlerle Askeri matbaada faaliyet gösteren dört farklı baskı makinesinin bakım öncelik sıralaması yapılmıştır. Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP ve SAW yöntemleri kullanılarak her iki yöntemden elde edilen sıralamalar karşılaştırılmıştır. Çıkan sonuçlar analiz edildiğinde; A1: Çok Renkli Ofset Baskı Makinesinin bakım planlamasının diğer makinelere göre daha öncelikli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu makineyi sırasıyla; A3: Sürekli Form Baskı Makinesi, A4: Ofset Kalıp Delme Makinesi ve A2: Sıvama-Tutkal Sürme Makinesi izlemektedir. Buna göre makinelerin bu sırayla bakım planlamasına alınması gerekmektedir. Bakım planlarının bu sıra ile olması makinelerin daha istikrarlı çalışmasını sağlayacağından kurumdaki baskı işlerini verimli hale getirecektir. Her iki yöntemde de aynı önceliklendirme sırasının elde edilmesi ise çalışmanın tutarlı ve yöntemler bakımından güvenilir sonuçlar verdiğini göstermektedir. Daha önce bakım planlaması konusunda “Demiryolu araçlarında bakım planlaması, Medikal işletmesi için bakım planlaması, Raylı ulaşım sistemlerinde bakım planlaması, Gıda işletmesinde bakım planlaması, Uçakların fabrika seviyesinde bakım planlaması vs. gibi birçok farklı alanda çalışmalar olmakla birlikte askeri matbaa alanında böyle bir bakım planlama çalışması olmadığından çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağına ve bu alanda örnek teşkil edeceğine inanılmaktadır.

Bu çalışmadan yola çıkarak, makine bakım planlaması çalışması yapmak isteyen araştırmacılar çalışmalarını için özellikle kriter belirlerken çalışmadaki kriter belirleme sürecinden yararlanabilirler. Fuzzy AHP ve Fuzzy TOPSIS gibi farklı bulanık yöntemler ile farklı makine sayıları ve kısıtlar eklenip farklı uygulama alanlarında inceleme yapabilirler. Askeri yetkililer çalışma sonuçları doğrultusunda matbaalarda farklı makineler veya matbaanın işlevine göre farklı kısıtlarla makine bakım önceliklerini belirleyebilirler. Bakım sürecinde mevcut koşullar ve benzer makineler olması durumunda süreci daha kolay tamamlayabilirler. Askeri bir uygulama alanı olarak harita genel komutanlığı matbaa şubesinde çalışma yeniden yapılabilir. Üreticiler, bakım öncelik sırasına ve kriter önceliklerine göre makinelerin üretim safhasında gerekli önlemleri alarak üretimi yenileştirmeye ve iyileştirmeye gidebilirler. Tüm bu hedeflerin aksamadan devam etmesi ve savunma sektörü gibi önemli bir alanda hizmet sunan bu

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

birimlerin iş performansının artırılması gibi amaçlardan yola çıkılarak çalışmanın bundan sonra yapılacak olan bakım planlama konulu çalışmalara rehber olacağı ve literatüre katkı sunabileceği değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- Adnan Akın, T. A. (2018). Örgütlerdeki ahlaki standartları etkileyen faktörlerin AHP yöntemi ile belirlenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 27(1), 57-68.
- Ahmet Ergülen, H. K. (2005). Tamsayı Doğrusal Programlama yöntemiyle maliyetin optimize edilmesi: Gıda sektöründe örnek uygulama. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, 10(1), 101-116.
- Akın, N. G. (2019). Makine Seçimi Probleminde ENTROPI-ROV ve CRITIC-ROV yöntemlerinin karşılaştırılması. *Dumlupınar University Journal of Social Sciences*, 62, 20-39.
- Ali Reza Afshari, M. M. (2010). Simple additive weighting approach to personnel selection problem. *International Journal of Innovation and Technology Management*, 1(5), 511-515.
- Aşkın Özdağoğlu, E. Y. (2017). Machine selection in a dairy product company with Entropy and SAW methods integration. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(1), 341-359.
- Aşkın Özdağoğlu, S. B. (2017). Bir süt ürünleri fabrikasında Bulanık AHS ile makine seçimi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Dergisi*, 24(2), 296-308.
- Ayşe Cansu Gök Kısa, S. P. (2017). Bütünleşik Bulanık DEMATEL-Bulanık VIKOR yaklaşımının makine seçimi problemine uygulanması. *Journal of Yasar University*, 12(48), 249-256.
- Damla Rana Dünder, İ. S. (2021). Kestirimci bakımda makine öğrenmezi: Literatür araştırması. *ESOGÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 256-276.
- Ertuğrul, İ. (2007). Bulanık AHS süreci ve bir tekstil işletmesinde makine seçim problemine uygulaması. *H.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 171-192.
- Evrencan Özcan, T. D. (2019). Hidroelektrik santralların en kritik elektriksel ekipman gruplarının bakım stratejilerinin optimizasyonu için matematiksel bir model önerisi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(4), 498-506.
- Evrencan Özcan, T. D. (2020). Hidroelektrik santrallarda bakım çizelgeleme için hibrid bir model önerisi. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, 35(4), 1815-1827.

- Evrencan Özcan, T. E. (2014). TOPSIS yönteminin bakım planlamasına uygulanması; Doğal gaz kombine çevrim santrali vaka çalışması. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 6(2), 26-38.
- Ezgi Dilan Urmak, Y. Ç. (2017). İllerin ormancılık faaliyetlerinin AHP temelli MAUT ve SAW yöntemleri ile değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 301-325.
- Gözde Koca, Ö. E. (2020). Makine seçimi probleminin ENTROPİ ağırlıklı TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi: Bir doğal taş işletmesi örneği. *BSEU Journal of Science*, 7(2), 714-729.
- Halim Kazan, A. E. (2007). Dağıtım stratejilerinin oluşturulmasında Tamsayılı Amaç Programlama: Türkiye genelinde bir uygulama. *Öneri Dergisi*, 7(27), 129-140.
- Hüseyin Gürbüz, E. C. (2012). Bakım planlama faaliyetlerinde Tamsayılı Doğrusal Programlama ve bir uygulama. *Karadeniz Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(7), 101-122.
- İrfan Ertuğrul, T. Ö. (2015). Giyim sektöründe Oran Analizi Yöntemi (MOORA) bazında Çok Amaçlı Optimizasyon ile dikiş makinesi seçiminin uygulanması. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 25(1), 80-85.
- J. Ashayeri, A. T. (1996). Proses endüstrisi için bir üretim ve bakım planlama modeli. *International journal of Production Research*, 34(12), 3311-3326.
- K. Paul Yoon, C.-L. H. (1995). *Multiple Attribute Decision Making An Introduction*. New Delhi: Sage University Paper.
- Mahmut Kasap, E. Ç. (2021). An experimental evaluation of intelligent fault detection and classification for induction motors utilizing machine learning approaches. *ESOGÜ Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(2), 126-136.
- Mehmet Karahan, Ö. Ü. (2015). Monte Carlo Simülasyonu ile makine arızalarının tahmini: Döküm sanayisinde bir uygulama. *Uluslararası Alanya İşletme Fakültesi Dergisi*, 7(3), 125-135.
- Min Liu, D. F. (2004). Optimal bridge maintenance planning based on probabilistic performance prediction. *Engineering Structures*, 26(7), 991-1002.
- Mustafa Yurdakul, S. E. (2009). Bir imalat sisteminin yerleşim düzeninin iyileştirilmesi. *TÜBAV Bilim Dergisi*, 2(4), 399-411.
- N. Papakostas, P. P. (2019). An approach to operational aircraft maintenance planning. *Decision Support Systems*, 604-612.
- Nuri Ömürbek, M. K. (2016). AHP-SAW ve AHP-ELECTRE yöntemleri ile Yapı Denetim firmalarının değerlendirmesi. *Journal of Administrative Sciences*, 14(27), 171-199.

Makine Bakım Planlaması Probleminin AHP ve SAW Yöntemleriyle Çözümünde Askeri Matbaa Örneği

- Oğuzhan Geyik, M. T. (2016). Kitap basımevi seçiminde AHP ve TOPSIS yöntemlerinin kullanımı. *International Journal of Social and Educational Sciences*, 3(6), 106-126.
- Öztürk, L. (2004). Monte-Carlo simülasyon metodu ve bir işletme uygulaması. *Fırat Üniversitesi Doğu Araştırmaları Dergisi*, 116-122.
- Saaty, T. (1994). How to Make A Decision: The Analytic Hierarchy Process. *The Institute of Management Sciences*, 24(6), 19-43.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the Analytic Hierarchy Process. *International Journal Services Sciences*, 83-98.
- Saty, T. L. (1980). *The AHP for Decsion Making*. Kobe/Japan.
- Serkan Erdem, C. G. (2013). Türkiye'de enerji santrallerinin AHP yöntemi ile seçimi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 243-252.
- Sevgi Felek, Y. Y. (tarih yok). Mobil iletişim sektöründe pazar paylaşımının tahmininde AHP ve ANP yöntemlerinin kıyaslaması. *Endüstri Mühendisliği Dergisi*, 18(1), 6-22.
- Sezgin Özdemir, E. Ö. (2020). AHP, COPRAS ve Tamsayılı Programlama entegrasyonu ile demiryolu araçlarında bakım planlaması. *Demiryolu Mühendisliği*, 1-12.
- Sima Nart, S. G. (2017). Otomotiv sektöründeki inovasyon yeteneği kaynaklarının AHP ile değerlendirilmesi. *International Journal of Economic and Administrative Studies*, 378-390.
- Süleyman Çakır, S. P. (2013). Çok Kriterli Karar Verme Teknikleriyle Lojistik Firmalarında Performans Ölçümü. *Ege Akademik Bakış*, 13(4), 449-459.
- Şeyma Cihan, E. A. (2017). Çok Ölçütlü Karar Verme yöntemleri ile Ekokardiyografi cihazı seçiminin yapılması. *Sağlık Bilimleri ve Meslekleri Dergisi*, 4(1), 41-49.
- Şule Bayazıt Bedirhanoğlu, Ş. L. (2018). KOBİ'lerin banka tercihini etkileyen kriterlerin AHP yöntemi ile belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 101-207.
- T. Rosqvist, K. L. (2009). Value-driven maintenance planning for a production plant. *Reliability Engineering & System Safety*, 94(1), 97-110.
- Tolga Gedikli, B. Ç. (2021). Bulanık TOPSIS ve Bulanık AHP yaklaşımlarıyla en uygun bakım stratejisinin belirlenmesi: Bir gıda işletmesinde uygulama. *European Journal of Science and Technology*, 212-225.
- Yiğit Kazançoğlu, E. A. (2010). Perakende sektöründe tedarikçi seçiminin Bulanık AHP ile gerçekleştirilmesi. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 29-52.