



# BEYKENT ÜNİVERSİTESİ

## FEN VE MÜHENDİSLİK BİLİMLERİ DERGİSİ

## BEYKENT UNIVERSITY JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING

**Beykent Üniversitesi Yayınları, No 137**

**Cilt/Volume: 12 Sayı/Number: 2 Yıl/Year: 2019 Fall/Güz**



ISSN: 1307 - 3818

**T.C.**  
**BEYKENT ÜNİVERSİTESİ**

**FEN VE MÜHENDİSLİK**  
**BİLİMLERİ DERGİSİ**



**BEYKENT UNIVERSITY**  
**JOURNAL OF SCIENCE AND ENGINEERING**

Sertifika No:

**46286**

Beykent Üniversitesi Yayınları , No 137

*Cilt/Volume: 12 Sayı Number: 2 Yıl Year: 2019 Güz/Fall*



**SAHİBİ/PROPRIETOR**

Prof. Dr. Murat FERMAN

Beykent Üniversitesi adına / on behalf of Beykent University

**GENEL YAYIN YÖNETMENİ / EDITOR IN CHIEF**

Prof. Dr. Bahaddin SİNSOYSAL

**GENEL YAYIN YÖNETMEN YARDIMCILARI / ASSISTANT EDITORS**

Prof. Dr. Şeyma AYDINOĞLU

Doç. Dr. Pınar ÖKTEM ERKARTAL

Dr. Öğr. Üyesi Ediz ŞAYKOL

**YAYIN SEKRETERİ / PUBLISHING SECRETARY**

Dr. Öğr. Üyesi Kemal Gökhan NALBANT

**YAYIN KURULU / PUBLISHING BOARD**

Prof. Dr. Adnan KAYPMAZ

Prof. Dr. Mehmet Bülent ÖRENCİK

Prof. Dr. Ayşe Uğur TÜTENGİL

Prof. Dr. Kazım SARI

**YAYINEVİ MÜDÜRÜ**

İlkay ERARSLAN

Her hakkı saklıdır. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi yılda iki kez yayımlanan, hakemli bir dergidir. Yayın dili Türkçe ve İngilizce dir. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi'nde yayımlanan makalelerdeki görüntü ve düşünceler yazarların kişisel düşünceleri olup, hiçbir şekilde Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi'nin veya Beykent Üniversitesi'nin görüşlerini ifade etmez. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi'ne gönderilen makaleler iade edilmez.

**DANIŞMA KURULU**

Prof. Dr. Murat FERMAN (Beykent Üniversitesi Rektörü)

Prof. Dr. Hüseyin CÖMERT (Beykent Üniversitesi)

Prof. Dr. Melih GEÇKİNLİ (Beykent Üniversitesi)

Prof. Dr. Şengül ÖYMEN GÜR (Beykent Üniversitesi)

Prof. Dr. Nihal ARIOĞLU (Beykent Üniversitesi)



- Prof. Dr. Osman PALAMUTÇUOĞULLARI (Beykent Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayla ANTEL (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Salih OFLUOĞLU (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi)
- Prof. Dr. Talha DİNİBÜTÜN (Doğuş Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ataç SOYSAL (Doğuş Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ömer OĞUZ (Haliç Üniversitesi)
- Prof. Dr. Filiz KARAOSMANOĞLU (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ali PINAR (Boğaziçi Üniversitesi)
- Prof. Dr. Argun KOCAMAN (İstanbul Altınbaş Üniversitesi)
- Prof. Dr. Emin DEMİRBAĞ (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gündüz HORASAN (Sakarya Üniversitesi)
- Prof. Dr. Ayşe Nilay EVCİL (Beykent Üniversitesi)
- Prof. Dr. Gökhan SİLAHTAROĞLU (İstanbul Medipol Üniversitesi)
- Doç. Dr. Ümit IŞIKDAĞ (Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi)
- Doç. Dr. Elif ÖZKARA CANFES (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Doç. Dr. Başar ÖZTAYŞI (İstanbul Teknik Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Bilge YILDIRIM GÖNÜL (Beykent Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Sebahattin Kerem AYTULUN (Beykent Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi İhsan KARAGÖZ (Beykent Üniversitesi)
- Dr. Öğr. Üyesi Abdullah Serdar KAZANCIOĞLU (Beykent Üniversitesi)



## İÇİNDEKİLER

AISI 4340 MALZEMESİNİN TORNA İLE İŞLEMESİNDE GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK UYGUN TAKIM TUTUCU (KATER) SEÇİMİNE KARAR VERİLMESİ DETERMINING THE APPROPRIATE TOOL HOLDER SELECTION BY USING GREY RELATIONAL ANALYSIS ON MACHINING PROCESS OF AISI 4340 STEEL Emre YILMAZ, Ferhat GÜNGÖR, Selim HARTOMACIOĞLU .....	7 - 13
DEPO TASARIMI VE YERLEŞİMİ: BİR GERÇEK HAYAT UYGULAMASI WAREHOUSE DESIGN AND LAYOUT: A REAL-LIFE APPLICATION Peral TOKTAŞ PALUT, Fırat OKÇUOĞLU .....	14 - 22
THE LARGE ANGLE QUASI-ELASTIC SCATTERING CROSS SECTIONS AND THE EFFECTIVE WEIGHT FUNCTION BASED ON THE BARRIER DISTRIBUTION FOR $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$ REACTIONS $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$ REAKSİYONLARINDAKİ BARİYER DAĞILIMINA DAYANAN BÜYÜK AÇILI YARI-ESNEK SAÇILMA TESİR KESİTLERİ VE ETKİN AĞIRLIK FONKSİYONU Zehra Merve CİNAN, Ahmet Hakan YILMAZ, Burcu EROL, Taylan BAŞKAN .....	23 - 30
HİBRİD MOTORLU “TUZLA JEEP WILLYS MARKALI” ARACIN TASARIMI VE KARAKTERİSTİĞİ DESIGN AND CHARACTERISTICS OF “TUZLA JEEP WILLYS BRANDED” VEHICLE WITH HYBRID ENGINE Osman SİMAV, Buket BÜYÜKKARCI, Ergin KOSA .....	31 - 36
AKILLI KENTLER ÜZERİNE BİR İNCELEME: TÜRKİYE ÖRNEĞİ AN INVESTIGATION ON SMART CITIES: THE CASE OF TURKEY Seyed Amir MIRGHAEMİ .....	37 - 46
YAYIN KURALLARI .....	47 - 49

## AISI 4340 MALZEMESİNİN TORNA İLE İŞLEMESİNDE GRİ İLİŞKİSEL ANALİZ YÖNTEMİ KULLANILARAK UYGUN TAKIM TUTUCU (KATER) SEÇİMİNE KARAR VERİLMESİ

Emre YILMAZ\* , Ferhat GÜNGÖR\*\* , Selim HARTOMACIOĞLU\*\*\*

### ÖZ

Endüstride amaç; ürünün en kısa zamanda, düşük maliyet ve kalite bakımından yüksek özellik göstermesi beklenir. Ürünün istenilen özellikleri taşınması için işleme esnasında kullanılan katerlerin uygun seçimi yapılması çok önem kazanmaktadır.

Bu çalışmada uygun kater seçimi için GİA(Gri İlişkisel Analiz) yöntemi kullanılmıştır. GİA az bilgi ve belirsizlik durumunda kullanılabilen bir yöntemdir. İş parçası olarak AISI 4340 çeliği kullanılmış olup,2 farklı imal yöntemiyle üretilmiş dövme ve normal yolla(talaşlı imalat) üretilmiş olan katerler hazırlandı. Burada bizim amacımız; farklı katerlerin titreşim, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğüne olan etkilerini incelemektir. Farklı olan bu katerlerin imal yöntemi, elde ettiğimiz veriler üzerinde etkisi olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Gri İlişkisel Analiz, AISI 4340, Titreşim, Yüzey Pürüzlülüğü, Kesme Kuvveti

Makale Gönderim Tarihi: 26.07.2019 ; Makale Kabul Tarihi : 10.09.2019 Makale Türü: Araştırma  
DOI: 10.20854/bujse.597423

\* Sorumlu yazar: Marmara Üniversitesi, FBE Makine Mühendisliği Anabilim Dalı, 34722-İstanbul  
(emre\_yilmaz\_9@hotmail.com)

\*\* Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 34722-İstanbul (fgungor@marmara.edu.tr)

\*\*\* Marmara Üniversitesi, Teknoloji Fakültesi, 34722-İstanbul (selimh@marmara.edu.tr)



## DETERMINING THE APPROPRIATE TOOL HOLDER SELECTION BY USING GREY RELATIONAL ANALYSIS ON MACHINING PROCESS OF AISI 4340 STEEL

Emre YILMAZ\* , Ferhat GÜNGÖR\*\* , Selim HARTOMACIOĞLU\*\*\*

### ABSTRACT

The product has to be produced in less time, low cost and high quality. Finding the ideal tool holder selection is very essential to get desired product features.

GRA (Grey Relational Analysis) was used for finding ideal tool holder selection in this study. GRA can be used in less information and uncertainty. AISI 4340 is used as a workpiece. The two different manufacturing methods of tool holders are prepared. Our aim is to investigate the different tool holders effect on vibration, surface roughness and cutting force. These two different manufacturing methods of tool holder have been affected on the statistical data.

**Keywords:** Grey Relational Analysis, AISI 4340, Vibration, Surface Roughness, Cutting Force



## 1.Giriş

Talaşlı imalat ile yapılan ürünler imalat sanayinde çok temel bir konumda yer alır. Globalleşme sonucunda üretici firmanın kendini koruyabilmesi ve pazardaki diğer firmalarla rekabet halinde kalabilmesi için bazı faktörlere önem vermesi gerekir. Bu faktörler; en kısa zamanda, maliyetin düşük olması ve gereken yüzey kalitesine sağlayan ürünler üretmesi gerekir [1]. Talaşlı imalat yöntemleri kullanılarak yapılan makine parçalarının yüzey kalitesi birçok değişkene bağlı olarak değişmektedir. İşlendikten sonra meydana gelen yüzeyin içeriği kaliteye göre çok önemli bir yer alır. İyi bir yüzey kalitesi elde edebilmek için işleme parametrelerin uygun seçimi gerekmektedir [2].

Gri Sistem Teorisi; bilginin bilinme seviyesine göre (beyaz (tam bilinme),siyah (hiç bilinmemesi ve gri (eksik bilgi bulunması) belirlenen ufak örneklemeler ve yeterli miktarda bilgi toplanamayan problemlerin karar verme mekanizmasında tercih edilen bir yöntemdir [3].

Gupta ve Kuman'ın yürütmüş olduğu çalışmada, yönü olmayan cam elyaf takviyeli kompozit malzemede Taguchi ve Gri İlişki Analiz Methodu kullanarak kompozitin performans karakteristik optimizasyonu hesaplanmıştır. Deneyler sonucunda kesme derinliği, yüzey pürüzlülüğü ve malzeme kaldırma oranı üzerinde en fazla etkiye sahiptir [4]. Maiyar, Romanujam, Venkatesan'ın yapmış olduğu çalışmada, Inconel 718 süper alaşımın frezeleme ile işlemede, kesme parametrelerin optimizasyonu Taguchi ve GİA(Gri İlişki Analizi) kullanılarak optimum değerler hesaplanmıştır. Talaş derinliği, ilerleme miktarı ve kesme hızı gibi parametreler kullanılmış olup bunların malzeme kaldırma oranı ve yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi analiz edilmiştir. Deney sonucunda, ilerleme miktarı en büyük faktör olarak görülmüştür [5].

Vinayagomoorthy ve Xavier'in yürütmüş olduğu çalışmada, Titanyum alaşımının (Ti-6Al-4V) tormalama işlemi ile işlenmesinde GİA (Gri İlişki Analizi) kullanılarak performans analizi yapılmıştır. Yüzey Pürüzlülüğü, kesme kuvveti, takım aşınması, kesme takım sıcaklığı baz alınarak proses optimizasyonu hesaplanmıştır [6].

Raykar, D'Addona ve Mane'nin yaptığı makalede, Al 7075 alaşımının yüksek hızda işlemede Taguchi ve GİA (Gri İlişki Analizi) metodları kullanılarak,

hangi proses parametresinin işlemleri sonucunda, uygunluğuna karar vermek için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda  $V=200$  m/dak,  $f=0,1$  mm/rev,  $a=0,5$  mm, kaplamalı karbür uç ve kuru işleme en uygun faktörler olmuştur [7].

Varghese, Araguind, Shunmugesh'in yürütmüş olduğu makalede,11SMn30 çeliğin tornada kuru işlemede GİA(Gri İlişki Analizi) kullanılarak işleme parametrelerin optimizasyonu sağlanmıştır. GİA optimum kombinasyon ve en fazla etkisi olan işleme parametreleri bulmamıza yardımcı olmaktadır. Deneyler sonucunda  $V=240$  m/dak,  $f=0.1$  mm/rev,  $a=1,5$  mm olarak bulunmuştur [8].

Das, Mukherjee, Dutt, Nayak ve Sahoo'nun yönetmiş olduğu çalışmada, EN24 çeliğinin kaplamasız tungsten karbür ucu ile kuru ortamda işlemlerinde Taguchi ve GİA (Gri İlişki Analizi) metodları kullanılarak hangi kesme parametrelerin en çok yüzey pürüzlülüğüne olan etkisi araştırılmıştır. ANOVA metodu kullanılarak kesme hızının en çok etki eden parametre olduğu, en önemlisi ise kesme derinliği olduğu görülmüştür [9].

Xavior ve Jeyapandiarajan'ın yapmış olduğu çalışmada, AISI D2 torna ile işlemlerinde Taguchi ve GİA analizi kullanılarak optimum işleme parametrelerini bulmak amaçlanmıştır. İşleme parametresi olarak takım geometrisi, kesme takım malzemesi ve kesme koşulları kullanılmıştır. Optimizasyon sonucunda, kesme ucu-multi kaplamalı karbür, kesme hızı değeri olarak 180 metre/dakika, kesme derinliği değeri ise 0.3 mm, ilerleme hızı 0.2 mm/rev, uygun kesme sıvısı ise düz kesme sıvısı, kesme açısı 0,boşluk açısı 7°,köşe radyüsü 0.4 bulunmuştur [10].

Bu çalışmada; AISI 4340 malzemesinin torna ile işlenmesinde kullanılan farklı katerlerin malzeme işleme sırasında olan titreşim, kesme kuvveti ve yüzey pürüzlülüğüne göre olan etkileri görülmüştür. Deneylerde minimum titreşim, minimum kesme kuvveti ve minimum yüzey pürüzlülüğü dikkate alınarak uygun kater seçimi yapılmıştır. Bu deneyle farklı katerleri imalat kalitesine nasıl etki ettiğine dair bir çalışma yapılmıştır.

## 2. Gri İlişkisel Analiz

Gri ilişkisel analiz yöntemi çoklu düzey sayısının olduğu ve faktör sayısının fazla olduğu

problemlerin çözümünde kullanılan yöntemdir. Bu analizde, en ideal değere göre olan mesafeyi dik-kate alınarak, bu ideal değere göre en iyi seçeneği ortaya koyar. Faktör sayısı ve düzey sayısının düşük olduğu durumlarda seçenekler kolayca orta-ya çıkmakta ama faktör ve düzey sayısında faz-lalık var ise bu durum GİA ile hesaplanmaktadır. Bu yöntemde; en ideal değere göre uzaklık ve yakınlık ilişkisi kurarak en iyi seçimin yapılması-na olanak sağlar [11].

Gri İlişkisel Analiz Metodunun Hesaplanma aşamaları aşağıda gösterilmiştir [12];

### 1. Adım:

Sonun olucak şekilde bir baz alınacak seri aşağıda belirtilmiştir;

$$x_0 = [x_0(1), x_0(2), x_0(3), \dots, x_0(n)] \quad (1)$$

### 2. Adım:

Verilerin Normalizasyonun Yapılması

Deney yapıldıktan sonra elde edilen faktörlerin değerleri farklı birimlerde ölçüldüğünden dolayı ilk önce GİA'da bu faktör değerlerinin aynı birime dönüşmesi gerekmektedir. Değerler arasında çok değer farkı var ise standartlaştırma yoluna gi-derek aralığı kısaltmak gerekmektedir. Gri ilişki teorisinde yapılan bu normalizasyon işlemine "gri ilişki oluşum" adı verilir. Elde edilen değerlerin normalizasyon işlemine en fazla tercih edilen yöntem ise lineer veri önışleme metodudur. Nor-malizasyon işlemi yapılacak olan serinin hangi faktörün " en ideal daha iyi", "daha düşük daha iyi" ve "daha büyük daha iyi" hangi faktöre uygun olduğununiyi hesaplanması gerekir. Seçilen seri "daha düşük daha iyi" ise normalizasyon yapılırken küçük değerler "1" değerine yakın, büyük değerler içinse değerler 0'a yaklaşmaktadır [12].

"Daha büyük daha iyi " kriterin seçilmesi du-rumda normalizasyon işlemi aşağıda gösterimi yapılmıştır;

$$x_i(k) = \frac{x_i^0(k) - \min x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)} \quad (2)$$

$x_i^0(k)$ ;serisindeki k noktasındaki asıl değeri,  $x_j(k)$ ; normalizasyon işleminden sonra i. serisindeki k. noktasındaki değeri,  $\min x_i^0(k)$ ; i serisinin içindeki en küçük değeri,  $\max x_i^0(k)$  i serisindeki en yüksek değeri belirtir.

"Daha düşük daha iyi " kriterin seçilmesi durumunda normalizasyon işlemi aşağıdaki belirtilmiştir;

$$x_i(k) = \frac{\max x_i^0(k) - x_i^0(k)}{\max x_i^0(k) - \min x_i^0(k)} \quad (3)$$

"Daha ideal daha iyi " kriterin seçilmesi du-rumda normalizasyon işlemi aşağıda gösterimi yapılmıştır;

$$x_i(k) = 1 - \frac{|x_i^0(k) - x^0|}{|\max x_i^0(k) - x^0|} \quad (4)$$

$x^0$ ; arzu edilen ifadeyi belirtmektedir.

### 3.Adım:

$x_0$  serisine göre değerlendirilecek m adet seri Eşitlik 3.5'te tanımlanmış olsun.

$$x_i = (x_i(1), x_i(2), x_i(3), \dots, x_i(n)) \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5)$$

### 4. Adım:

Bu adımda ise, n serisinde k noktasındaki Sırayı belirtmektedir.  $\varepsilon(x_0(k), x_j(k))$  ise k değerindeki gri ilişki katsayısını belirttiğinden aşağıdaki denklemlere göre hesaplanmaktadır;

$$\varepsilon(x_0(k), x_j(k)) = \frac{\Delta_{\min} + \varepsilon \Delta_{\max}}{\Delta_{0i}(k) + \varepsilon \Delta_{\max}} \quad (6)$$

$$\Delta_{0i}(k) = |x_0(k) - x_j(k)| \quad (7)$$

$$\Delta_{\min} = \min_j \min_k |x_0(k) - x_j(k)| \quad (8)$$

$$\Delta_{\max} = \max_j \max_k |x_0(k) - x_j(k)| \quad (9)$$

$\varepsilon$ ; 0 ile 1 arasında olan bir katsayıdır.  $j=1, 2, \dots, m$ ;  $k=1, 2, \dots, n$ . x işlevi,  $\Delta_{0i}$  ile  $\Delta_{\max}$  arasındaki farkı ayarlamaktır.  $\varepsilon$  katsayısının gri ilişkisel derece he-saplandıktan sonra olan seçimi etkilememektedir.

### 5. Adım:

Gri ilişkisel derecesi aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır;

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \varepsilon(x_0(k), x_i(k)) \quad (10)$$

$\gamma(x_0, x_i)$  gri ilişki serisinde  $x_i$  ile  $x_0$  referans serisi arasındaki geometrik benzerliğe verilen ölçüdür". Gri ilişki analizinin büyüklüğü  $x_i$  ile  $x_0$  birbiri içinde olan yüksek derecede bir alaka olduğunu belirtir. Seçilen iki serinin birbiriyle aynı özellikleri gösteriyorsa GİA derecesi 1 olarak atanır. Gri ilişki derecesi seçilen iki serinin ideal seriye olan ilişkisine olan yakınlığını anlatmaktadır. Gri ilişki derecesi en yüksek olan değer, en ideal kriter olarak belirtilir [13].

### 3. Deneysel Çalışma

Bu çalışmada JOHNFOR TC 35 CNC Fanuc OT x-z eksenli CNC Torna Tezgâhında çalışmıştır. İş parçası olarak çapı 35 mm ve boyu 120 mm olan AISI 4340 ıslah çeliği kullanılmıştır. Bu malzemenin işlenmesi için iki farklı yöntemden imal edilen ( sıcak dövme ve normal) PCLN-R2020M12T katerleri, kater ucu olarak Sandvik Coromant firmasının CNMG 120408 PF-5015 kodlu uçları kullanılarak işlenmiştir. Malzemenin kesme kuvveti ölçümü için KISTLER 9121 Dinamometre, titreşim ölçümü için Vibrotest-60 Ölçüm Cihazı ve yüzey pürüzlülüğü için ise Mitutoyo SJ210 Yüzey Pürüzlülük Ölçüm Cihazı kullanılmıştır. Deneğin amacının imalat sektörüne yönelik olduğundan dolayı; katerlerin iç yapısı ve mekanik özellikleri için bir araştırma yapılmamıştır.

**Tablo 1.** Deneyle Kullanılan Parametreler

Deney No	ap (mm)	f (mm/dak)	Takım Yatağı(Kater) İmal Yöntemi	Devir Sayısı (dev/dak)
1	0,4	7,9	Dövme	600
2	0,4	12,6	Dövme	600
3	0,8	7,9	Dövme	600
4	0,8	12,6	Dövme	600
5	0,4	7,9	Normal	600
6	0,4	12,6	Normal	600
7	0,8	7,9	Normal	600
8	0,8	12,6	Normal	600



**Şekil 1.** Deney Düzenegi

### 4. Deney Sonuçları ve Tartışma

Deney sonucunda elde edilen kesme kuvveti, yüzey pürüzlülüğü ve titreşim değerleri Tablo 2’de belirtilmektedir.

**Tablo 2.** Titreşim, Kesme Kuvveti ve Yüzey Pürüzlülüğü Sonuçları

Deney No	ap (mm)	f (mm/dak)	Takım Yatağı İmal Yöntemi	Ra (µm)	Kesme Kuvveti (N)	Titreşim (Hz)
1	0,4	7,9	Dövme	2,25	76,1	0,65
2	0,4	12,6	Dövme	1,63	82,5	0,216
3	0,8	7,9	Dövme	4,07	97,0	1,089
4	0,8	12,6	Dövme	3,59	96,22	0,275
5	0,4	7,9	Normal	2,15	25,73	0,351
6	0,4	12,6	Normal	2,34	38,66	0,1604
7	0,8	7,9	Normal	2,23	64,35	0,1113
8	0,8	12,6	Normal	1,01	27,97	0,1802

Tornalama işleminde elde edilen kesme kuvveti, titreşim ve yüzey pürüzlülük değerlerinin minimum düzeyde kalması istenir. Bu nedenden dolayı, GİA analiz yönteminde “daha düşük daha iyi” formülü kullanılarak normalizasyon işlemi yapılır. Tablo 3’de değerlerin normalize edilmiş hali bulunmaktadır.

$$x_0(\gamma p) = \frac{4,07 - 1,03}{4,07 - 1,03} = 1 \quad x_1(kk) = \frac{90,25 - 25,73}{90,25 - 25,73} = 1$$

$$x_0(f) = \frac{1,089 - 0,1715}{1,089 - 0,1715} = 1$$

**Tablo 3.** Daha Düşük Daha İyi” Kriterine Göre Normalize Edilmiş Değerler

Deney No	Re VP (mm)	Kesme Kuvveti-KK (N)	Titreşim-T (Hz)
Referans Satırı	1,000	1,000	1,000
1	0,544	0,186	0,478
2	0,803	0,334	0,884
3	0	0,340	0
4	0,158	0	0,887
5	0,032	1	0,804
6	0,549	0,495	0,903
7	0,509	0,708	1
8	1	0,587	0,763
Maksimum	1	1	1
Minimum	0	0	0

Normalizasyon işleminde bulunan sonuçlar, GİA yöntemine göre atadığımız değerlerden çıkarma işlemi yapılarak katsayı matrisi için uzaklık matrisi hesaplanır.1.deney için katsayı matrisi 6.nolu formül kullanılarak aşağıda hesaplanmıştır;

$$x_p(y_p) = |1 - 0,566| = 0,434 \quad x_p(k_k) = |1 - 0,186| = 0,812$$

$$x_p(t) = |1 - 0,478| = 0,522$$

$$\epsilon = 0,5 \quad A_{max} = 0 \quad A_{min} = 1$$

$$\epsilon(y_p) = \frac{0 + 0,5 \cdot 1}{0,434 + 0,5 \cdot 1} = 0,535 \quad \epsilon(k_k) = \frac{0 + 0,5 \cdot 1}{0,812 + 0,5 \cdot 1} = 0,381$$

$$\epsilon(t) = \frac{0 + 0,5 \cdot 1}{0,522 + 0,5 \cdot 1} = 0,499$$

**Tablo 4.** Gri İlişki Katsayı Hesabı

Deney No	Re (mm)	Kesme Kuvveti (N)	Titreşim (Hz)
1	0,535	0,81	0,480
2	0,717	0,328	0,814
3	0,333	0,445	0,333
4	0,378	0,835	0,816
5	0,336	1	0,719
6	0,337	0,917	0,836
7	0,535	0,601	1
8	1	0,303	0,676

Gri İlişki katsayısı hesaplandıktan sonra, 10.formüle göre Gri İlişki derecesi hesaplanır. Gri İlişki derecesi hesaplanan değerler Tablo 5’de belirtilmiştir. Gri İlişki derecesi en yüksek olan değer, en ideal değer olarak gösterilmektedir.

**Tablo 5.** Gri İlişki Derece Hesaplanması

Deney No	ag (mm)	f (mm/dak)	Takım Tutarı İmal Yöntemi	Re (mm)	Kesme Kuvveti (N)	Titreşim (Hz)	Gri Derece	GİA ağırlık Sıralama
1	0,4	7,9	Dövmeli	0,533	0,361	0,469	0,469	7
2	0,4	12,8	Dövmeli	0,717	0,328	0,814	0,680	5
3	0,8	7,9	Dövmeli	0,333	0,361	0,333	0,333	8
4	0,8	12,8	Dövmeli	0,379	0,353	0,816	0,509	6
5	0,4	7,9	Sevresli	0,336	1,000	0,719	0,763	1
6	0,4	12,8	Sevresli	0,337	0,413	0,836	0,764	3
7	0,8	7,9	Sevresli	0,535	0,601	1,000	0,799	4
8	0,8	12,8	Sevresli	1,000	0,303	0,676	0,799	2

## 5. Sonuçlar ve Öneriler

Bu çalışmada, AISI 4340 çeliğinin torna ile işlemesinde; uygun takım seçimine karar verilmesi için GİA (Gri İlişkisel Analiz) yöntemi kullanılmıştır. GİA yöntemi kullanılarak birden fazla faktörün etkilediği parametreler arasında en uygun seçimi yapabilmekteyiz. Bu deneylerin düzgün sonuçlar verebilmesi için her deney 3 defa tekrar edilmiştir.

Yüzey pürüzlülük, titreşim ve kesme kuvveti baz alınarak GİA derecesi hesaplanmıştır. GİA yöntemine göre, kesme derinliği 0,4 mm, ilerleme 7,9 mm/dak, kater imal yöntemi olarak normal yöntem seçilmiştir.

Deneyler arasındaki sıralama şöyledir; 5.deney>6.deney>8.deney>7.deney>2.deney>4.deney>1.deney>3.deney

Sonuç olarak; normal yöntemle (talaşlı imalat) üretilen takım tutucular dövme ile üretilen takım tutuculardan daha iyi özellik göstermiştir.

Takım tutucu imal yöntemi ve kesme parametrelerine göre ideal takım tutucu seçimine olan etkisini görebilmek için yapılmış olan bu makalenin daha kapsamlı hale getirmek için şunlar yapılabilir;

- AISI 4140 çeliğiyle benzer bir çalışma yapılabilir.
- Farklı bir kesici uç kullanılarak deney tekrarlanabilir.
- CNC tornada kesme sırasında kesme sıvısı kullanımını olabilir: Örneğin; bitkisel yağlar veya alternatif yağ uygulamaları.....
- Devir sayısı değiştirilerek bunun GİA üzerine etkisi gözlemlenebilir.
- Kesme parametreleri olan kesme derinliği ve ilerleme hızı değiştirilebilir.
- PCLNR takım tutucu yerine farklı bir takım tutucu kullanarak bunun parametreler üzerine etkisi incelenebilir.
- ANSYS ve kuvvet analizi yapılabilir.
- Maliyet ve işlem süreleri dahil edilebilir.
- Takım tutucu imal yönteminin davranışları incelenebilir.

## KAYNAKLAR

- [1]. Kider S.M., Tornalama İşleminde Kesme Parametrelerinin Karşılaştırmalı Optimizasyonu, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 2016.
- [2]. Tekarslan, Ö., Gerger, N., Şeker, U., 2008, CNC torna tezgahında AISI 304 çeliklerin işlenmesinde optimum yüzey pürüzlülüğünü sağlayacak kesme parametrelerinin tespiti, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Sayı: 16.
- [3]. İpek Ç., Konut Satın Alma Probleminin Ahp Temelli Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Burdur, 2018.
- [4]. Gupta M., Kumar S., Multi-objective optimization of cutting parameters in turning using grey relational analysis , International Journal of Industrial Engineering Computations, 4 (2013), 547–558.
- [5]. Maiyar M.L., Ramanujam R., Venkatesan K., Jerald J., Optimization of Machining Parameters for End Milling of Inconel 718 Super Alloy Using Taguchi Based Grey Relational Analysis , Procedia Engineering, 64 ( 2013 ),1276 – 1282.
- [6]. Vinayagamoorthy R., Xavier A.M., “ Parametric Optimization on Multi-Objective Precision Turning Using Grey Relational Analysis”, Procedia Engineering, 97 ( 2014 ), 299 – 307.
- [7]. Raykar S.J., D’Addona D.M., Mane A.M., “Multi-objective optimization of high speed turning of Al 7075 using grey relational analysis” , Procedia CIRP, 33 ( 2015 ), 293 – 298.
- [8]. Varghese L., Aravind S., Shunmugesh K., “ Multi-Objective Optimization of Machining Parameters during Dry Turning of 11SMn30 Free Cutting Steel Using Grey Relational Analysis ”, Materials Today: Proceedings, 4 (2017), 4196–4203.
- [9]. Das D., Mukherjee S., Dutt S., Nayak B.B., Sahoo A.S., “High speed turning of EN24 steel - a Taguchi based grey relational approach”, Materials Today: Proceedings, 5 (2018), 4097–4105.
- [10]. Xavier M.A., Jeyapandiarajan P., “Multi-Objective Optimization during Hard Turning of AISI D2 Steel Using Grey Relational Analysis”, Materials Today: Proceedings, 5 (2018), 13620–13627.
- [11]. Büyükgebiz E., Ülke Performanslarının Gri İlişkisel Analiz Yöntemi İle Değerlendirilmesi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Isparta, 2013.
- [12]. Üstünışık Z.N., Türkiye’deki İller Ve Bölgeler Bazında Sosyo-Ekonomik Gelişmişlik Sıralaması Araştırması: Gri İlişkisel Analiz Yöntemi ve Uygulaması, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2007.
- [13]. Yılmaz E., Güngör F., Gri İlişkisel Analiz Yöntemine Göre Farklı Sertliklerde Optimum Takım Tutucusunun Belirlenmesi, 2.Ulusal Tasarım İmalat ve Analiz Kongresi, 11-12 Kasım 2010, Balıkesir.

**DEPO TASARIMI VE YERLEŞİMİ: BİR GERÇEK HAYAT UYGULAMASI****Peral TOKTAŞ PALUT\*, Fırat OKÇUOĞLU\*\*****ÖZ**

Etkin bir depo tasarımı ve yerleşimi firmaların operasyon maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu çalışmada, bir beyaz eşya firmasına ait depo tasarımı ve yerleşimi problemi ele alınmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında, deponun tasarımını önemli ölçüde etkileyeceği için kullanılacak olan forkliftlerin seçimi yer almaktadır. Bu amaçla, forklift seçim kriterleri belirlenmiş; Analitik Hiyerarşi Süreci ile kriterlerin ağırlıkları hesaplanmış; ve TOPSIS yöntemi kullanılarak en uygun forklift alternatifi belirlenmiştir. Ardından, deponun kısıtları da göz önünde bulundurularak depolama alanları tasarlanmış; ve beklenen toplam taşıma mesafelerini en aza indirmek amacıyla bir matematiksel model kurulmuştur. Matematiksel model çözülerek optimal sonuç elde edilmiş ve ürün gruplarının atanacağı depolama alanları belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Depo tasarımı, Depo yerleşimi, Matematiksel model, Analitik Hiyerarşi Süreci, TOPSIS

Makale Gönderim Tarihi: 14.06.2019 ; Makale Kabul Tarihi : 08.11.2019 Makale Türü: Araştırma

DOI: 10.20854/bujse.577992

\* Sorumlu yazar: Doğuş Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Bölümü, 34722, İstanbul, TÜRKİYE (ppalut@dogus.edu.tr)

\*\* İstanbul Ticaret Üniversitesi, Endüstri Mühendisliği Yüksek Lisans Öğrencisi, 34840, İstanbul, TÜRKİYE (firat.okcuoglu@istanbulticaret.edu.tr)

## WAREHOUSE DESIGN AND LAYOUT: A REAL-LIFE APPLICATION

Peral TOKTAŞ PALUT\*, Fırat OKÇUOĞLU\*\*

### ABSTRACT

An efficient warehouse design and layout helps to decrease the operation costs of a firm. This paper studies the warehouse design and layout problem of a white goods company. First, the forklift selection problem is considered since it affects the warehouse design considerably. Accordingly, forklift selection criteria are determined; their weights are calculated using the Analytical Hierarchy Process; and the best forklift alternative is determined by the TOPSIS method. Afterwards, storage locations are designed; and a mathematical model is constructed to minimize the expected total transportation distances. The optimal solution is obtained and product groups are assigned to storage locations.

**Keywords:** Warehouse design; Warehouse layout; Mathematical model; Analytical Hierarchy Process; TOPSIS.

## 1. Giriş

Depo tasarımı ve yerleşimi depo yönetiminin önemli unsurlarından biri olup, etkin bir depo yerleşimi operasyon maliyetlerini önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle, firmalar artan rekabet koşullarında depo tasarımı ve yerleşimine git-tikçe daha fazla önem vermektedir. Bu çalışmada, mevcut deposunu yeni bir alana taşıyacak olan bir beyaz eşya firmasına ait depo tasarımı ve yerleşimi problemi ele alınmıştır.

Depo tasarımının önemli adımlarından biri, depoda kullanılacak olan elleçleme ekipmanlarının seçimidir. Örneğin, depoda kullanılacak olan forkliftlerin çalışma koridor aralıkları, dönüş yarıçapları vb. faktörler farklılık göstermekte olup, bu unsurlar deponun tasarımını da önemli ölçüde etkilemektedir. Bu bağlamda, çalışmanın ilk aşamasında, çok kriterli karar verme yöntemlerinden Analitik Hiyerarşi Süreci ve TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to an Ideal Solution) yöntemleri ile depoda kullanılacak olan forklift modeli belirlenmiştir. Forklift seçimi yapıldıktan sonra, deponun kısıtları da göz önünde bulundurularak depolama alanları tasarlanmıştır. Tasarımın tamamlanmasının ardından, depolanacak olan ürünlerin depodaki yerleşimlerinin belirlenmesi için bir matematiksel model kurulmuştur.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde (Koster ve diğ., 2007), bu amaçla kurulan matematiksel modellerin taşıma mesafelerini enküçükleme; depo alanı kullanımını enbüyüklemek; ekipman kullanımını enbüyüklemek; tüm ürünlere ulaşılabilirliği enbüyüklemek vb. amaç fonksiyonlarına sahip olduğu görülmektedir. Bu çalışmada da, beklenen toplam taşıma mesafelerini enküçükleme amacıyla bir matematiksel model kurulmuş ve optimal çözüm elde edilerek hangi ürün grubunun hangi depo alanına atanması gerektiği belirlenmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümü, yayın taraması; üçüncü bölümü, çok kriterli karar verme yöntemleri ile forklift seçimi; dördüncü bölümü, matematiksel model; ve son olarak beşinci bölümü ise sonuçlardan oluşmaktadır.

## 2. Yayın Taraması

Literatürde depo tasarımı, yerleşimi, yönetimi vb. konuları kapsayan birçok çalışma bulunmaktadır.

Bu çalışmalar, stratejik ve operasyonel planlama; depo tasarımı (gerekli alanların belirlenmesi, bölümlerin yerleşiminin belirlenmesi, ekipmanların seçimi, vb.); insan kaynakları yönetimi (personelin çizelgelenmesi, ergonomi ve güvenlik konuları, vb.); teknoloji ve ekipman (otomasyon seviyesinin seçimi, uygun ekipmanların seçimi, uygun depo yönetim sisteminin seçimi, vb.); performans ölçme, değerlendirme ve iyileştirme; mal teslimi ve sevkiyat işlemlerinin planlanması; depolama (ürünlerin depolanacağı alanların belirlenmesi, ürünler için alan ihtiyaçlarının hesaplanması, depolama politikalarının belirlenmesi, vb.); çekme stratejileri; ve deponun diğer bölümler ile olan bağlantıları gibi farklı kategorilerde incelenebilir (Davarzani ve Norrman, 2015). Bu bölümde, çalışmanın temelini oluşturan depo tasarımı ve yerleşimi üzerine literatürde yapılmış olan belli başlı çalışmalara yer verilmiştir.

Larson (1997), sınıf-tabanlı stoklama politikasını temel atan bir depo yerleşim düzeni geliştirmiş ve modelin çözümü için sezgisel bir yöntem önermiştir. Yang (2001), sırt çantası probleminin çözümünde kullanılan algoritmaya benzer bir algoritma geliştirerek raf alanı yerleşim problemini çözmüştür. Önerilen sezgisel yöntemde, her bir ürünün satış karlılığının rafta kapladığı alana oranına göre ürünlerin raflara dağıtımını yapmıştır. Roodbergen ve Vis (2006), ortalama taşıma mesafelerini enküçükleme amacıyla depo yerleşimi için bir model geliştirmiş ve farklı rotalama stratejilerini kıyaslamıştır. Önut ve diğ. (2008), depo stratejileri, rafların tasarımı, üretim tipi, sözleşme çeşitleri gibi stratejik konuları ele almıştır. Bu çalışmanın amacı, yıllık taşıma maliyetlerini en aza indirecek çoklu-seviye depo raf yapılarını tasarlamaktır. Baker ve Canessa (2009), depo tasarımı için gerekli tüm aşamaları yapısal bir model aracılığıyla belirlemiştir. Sanei ve diğ. (2011), ürünlerin depolama alanlarına atanması problemini çözmek için, operasyonel bazı kısıtları da dikkate alan bir matematiksel model geliştirmiş ve modelin çözümü için bir algoritma önermiştir. Guerriero ve diğ. (2013) ise, bu problemi çok katlı bir depoya uyarlayarak, tekrarlı yerel arama tabanlı bir sezgisel yöntem ile modeli çözmüştür.

Öztürkoğlu ve diğ. (2014), yük depoları için farklı koridor tasarımları geliştirmiştir. Yaptıkları çalışma, geliştirmiş oldukları tasarımların geleneksel koridorlara nazaran %5-12 oranında daha iyi performansa sahip olduğunu göstermektedir.



Shqair ve Altarazi (2014), farklı depo parametrelerinin ve bu parametrelerin birbirleri ile olan etkileşimlerinin depodaki taşıma mesafelerini ne ölçüde etkilediğini araştırmak için istatistiksel bir çalışma yapmıştır. Sonuçlar, depoda sadece bir çapraz koridorun bulunmasının ve sınıf tabanlı bir depolama politikası uygulamanın taşıma mesafelerini azalttığını göstermektedir. Cardona ve diğ. (2015), genel operasyon maliyetlerini en aza indirecek ve balık kılıçığı düzenine dayanan farklı tasarımlar geliştirmiştir. Pazour ve Carlo (2015), bir deponun tasarımının değiştirilmesi ve deponun yeniden organize edilmesi amacıyla bir matematiksel model kurmuş ve farklı sezgisel yöntemlerin etkinliklerini kıyaslamıştır. Zhang ve diğ. (2017), depo yerleşimi ve kapasiteli parti hacmi belirleme problemlerini entegre ederek bir gerçek hayat problemini ele almış; kurdukları matematiksel modelin çözümü için sezgisel bir yöntem önermiştir. Accorsi ve diğ. (2017), çevrim süresi, toplam maliyet ve karbon ayak izini eniyilemek için çok amaçlı bir matematiksel model geliştirerek bir depo tasarımı yapmıştır. Arnaout ve diğ. (2017), çoklu seviyeli bir depoda taşıma maliyetlerini enküçükleyecek bir matematiksel model geliştirerek hangi ürünlerin hangi depolama alanlarına atanacağını belirlemiş ve modeli karınca kolonisi algoritması ile çözmüştür. Arnaout (2017) ise, aynı problemin çözümü için solucan optimizasyonu yöntemini kullanmıştır.

Depo tasarımı ve yönetimi ile ilgili daha detaylı yayın taraması Gu ve diğ. (2007; 2010), Davarzani ve Norrman (2015) ile Reis ve diğ. (2017)'de bulunabilir. Bu araştırmalarda özellikle vurgulanan konu, depo yönetimi alanında yapılan bilimsel çalışmalar ile gerçek hayat uygulamaları arasında önemli bir boşluk olmasıdır. Bu çalışma, bir gerçek hayat uygulamasının olması açısından önemli bir yere sahiptir.

### 3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Forklift Seçimi

Depoda kullanılacak olan forkliftlerin çalışma koridor aralıkları, dönüş yarıçapları vb. faktörler farklılık göstermektedir. Bu bağlamda, çalışmanın ilk aşamasında, deponun tasarımını önemli ölçüde etkileyeceği için kullanılacak olan forkliftlerin seçimi yer almaktadır. Çalışmada, forklift seçim kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi için Analitik Hiyerarşi Süreci (Saaty, 1980); en uygun forklift alternatifinin seçilmesi için ise TOPSIS

yöntemi (Hwang ve Yoon, 1981) kullanılmıştır. Çalışmanın aşamaları aşağıda özetlenmiştir:

#### Adım 1:

Analitik Hiyerarşi Süreci ile ikili karşılaştırma matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi

Çalışmanın ilk adımında, seçim kriterleri arasında ikili karşılaştırma matrisi oluşturulmuş ve bu matris Denklem (1) kullanılarak normalize edilmiştir. Burada,  $a_{jk}$ , kriterinin k kriterine göre önemini; m, toplam kriter sayısını göstermektedir.

$$\bar{a}_{jk} = \frac{a_{jk}}{\sum_{l=1}^m a_{jl}} \quad (1)$$

#### Adım 2:

Analitik Hiyerarşi Süreci ile kriter ağırlıklarının hesaplanması

Birinci adımda elde edilen normalize değerler kullanılarak, Denklem (2) uyarınca seçim kriterlerinin ağırlıkları hesaplanmıştır.

$$w_j = \frac{\sum_{l=1}^m \bar{a}_{jl}}{m} \quad (2)$$

#### Adım 3:

TOPSIS yöntemi ile alternatifler ve kriterler arasında değerlendirme matrisinin oluşturulması ve normalize edilmesi

Analitik Hiyerarşi Süreci ile seçim kriterlerinin ağırlıkları belirlendikten sonra, en uygun alternatifin seçilmesi için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu adımda, alternatifler ve kriterler arasında bir değerlendirme matrisi oluşturulmuş ve bu matris vektör normalizasyonu (Denklem (3)) uyarınca normalize edilmiştir. Burada,  $x_{ij}$ , alternatifinin j kriterine göre aldığı değeri; n, toplam alternatif sayısını göstermektedir.

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{l=1}^n x_{il}^2}} \quad (3)$$

#### Adım 4:

TOPSIS yöntemi ile ağırlıklı normalize değerlerin hesaplanması

İkinci adımda elde edilen kriter ağırlıkları ile üçüncü adımda elde edilen normalize değerler çarpılarak, ağırlıklı normalize değerler hesaplanmıştır.

$$v_{ij} = w_j \times r_{ij} \quad (4)$$

**Adım 5:**

TOPSIS yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi

Bu adımda, Denklem (5) kullanılarak pozitif ideal çözümler ve Denklem (6) uyarınca negatif ideal çözümler belirlenmiştir. Burada,  $J$ , kar ölçütleri;  $J'$  ise maliyet ölçütleri kümesini göstermektedir.

$$A^+ = \{v_1^+, \dots, v_n^+\} = \left\{ \left( \max_{j \in J} v_{ij} \right), \left( \min_{j \in J'} v_{ij} \right) \right\} \quad (5)$$

$$A^- = \{v_1^-, \dots, v_n^-\} = \left\{ \left( \min_{j \in J} v_{ij} \right), \left( \max_{j \in J'} v_{ij} \right) \right\} \quad (6)$$

**Adım 6:**

TOPSIS yöntemi ile pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıkların hesaplanması

Bu adımda, sırası ile Denklem (7) ve Denklem (8) kullanılarak, pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklar hesaplanmıştır.

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_j^+)^2} \quad (7)$$

$$S_i^- = \sqrt{\sum_j (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad (8)$$

**Adım 7:**

TOPSIS yöntemi ile alternatiflerin ideal çözüme benzerliklerinin hesaplanması ve en uygun alternatifin seçilmesi

Çok kriterli karar verme yöntemleri ile forklift seçiminin son aşamasında, Denklem (9) uyarınca alternatiflerin ideal çözüme benzerlikleri hesaplanmış ve ideal çözüme benzerliği en yüksek olan alternatif seçilmiştir.

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^- + S_i^+} \quad (9)$$

Forklift seçim kriterlerinin belirlenmesinde, literatür araştırması (Kulak, 2005; Hassan, 2010; Atanasković ve diğ., 2013) ve uzman görüşleri kullanılmıştır. Uzman görüşünden faydalanılan ekip, envanter planlama yöneticisi, depo şefi ve bir akademisyenden oluşmaktadır. Forklift seçim kriterleri, kapasite, çalışma süresi, kaldırma yük-

sekliği, model yılı, ağırlık yük merkezi, toplam yükseklik, çatal uzunluğu ve fiyat olarak belirlenmiş olup; ağırlık yük merkezi ve fiyat, maliyet ölçütleridir. İlk olarak, Saaty'nin 1-9 önem skalası kullanılarak (Saaty, 1986) kriterler ikili olarak birbiri ile karşılaştırılmış ve ardından kriterlerin ağırlıkları belirlenmiştir. İkili karşılaştırma matrisi ve kriterlerin ağırlıkları sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2'de verilmiştir. Tutarlılık oranı %2,022 olarak hesaplanmış ve bu oran üst sınır olan %10'dan düşük olduğu için modelin tutarlı olduğu sonucuna varılmıştır.

**Tablo 1.** İkili karşılaştırma matrisi

Kriterler	Kapasite	Çalışma Süresi	Kaldırma Yüksekliği	Model Yılı	Ağırlık Yük Merkezi	Toplam Yükseklik	Çatal Uzunluğu	Fiyat
Kapasite	1,000	0,333	0,333	3,000	3,000	3,000	1,000	2,333
Çalışma Süresi	3,000	1,000	1,000	7,000	5,000	5,000	3,000	1,000
Kaldırma Yüksekliği	3,000	1,000	1,000	7,000	5,000	5,000	3,000	1,000
Model Yılı	0,200	0,143	0,141	1,000	0,333	0,333	0,200	5,333
Ağırlık Yük Merkezi	0,333	0,200	0,200	3,000	1,000	1,000	0,333	5,200
Toplam Yükseklik	0,333	0,200	0,200	3,000	1,000	1,000	0,333	5,200
Çatal Uzunluğu	1,000	0,333	0,333	3,000	3,000	3,000	1,000	0,333
Fiyat	3,000	1,000	1,000	7,000	5,000	5,000	3,000	1,000

**Tablo 2.** Kriterlerin ağırlıkları

Kriterler	Kapasite	Çalışma Süresi	Kaldırma Yüksekliği	Model Yılı	Ağırlık Yük Merkezi	Toplam Yükseklik	Çatal Uzunluğu	Fiyat
Ağırlıklar	0,099	0,230	0,230	0,023	0,044	0,044	0,099	0,230

Firma ile yapılan görüşmeler sonucunda, Türkiye'nin önde gelen forklift firmalarından birine ait dört alternatif model seçilmiştir. Tüm modeller, enerji verimliliği sağlayan ve düşük gürültü seviyesine sahip akülü araçlar arasından belirlenmiştir. Modeller, yüksek kaldırma ve toplama kapasitesi; operatör için ergonomik ve güvenli çalışma koşulları ile öne çıkmaktadır.

Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra, dört forklift alternatifinden hangisinin en uygun olduğuna karar vermek için TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla, belirlenen tedarikçinin sunduğu dört farklı modele ait veriler toplanmış ve vektör normalizasyonu uygulanarak Tablo 3'de verilen normalize değer tablosu elde edilmiştir.

Normalize değerlerin hesaplanmasının ardından, bir önceki adımda belirlenen kriter ağırlıkları kullanılarak normalize değerler ağırlıklandırılmıştır. Daha sonra, pozitif ideal ( $A^+$ ) ve negatif ideal ( $A^-$ ) çözümler belirlenmiş; pozitif ve negatif ideal çözümlere olan uzaklıklar (sırasıyla  $S^+$  ve  $S^-$ ) bulunmuştur. Son olarak, alternatif modellerin ideal çözüme benzerlikleri ( $C^*$ ) hesaplanmış ve en uygun olan alternatif belirlenmiştir.

Ağırlıklı normalize değerler, ideal çözümler, ideal çözüme olan uzaklıklar ve ideal çözüme benzerlikler Tablo 4'de özetlenmiştir.

**Tablo 3.** Normalize değer tablosu

Kriterler	Ağırlıklar	Alternatifler			
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4
Kapasite	0,099	0,520	0,414	0,520	0,520
Çalışma Süresi	0,270	0,236	0,408	0,624	0,623
Kalibrasyon YıkamaMB	0,230	0,518	0,863	0,509	0,596
Model Yık	0,023	0,501	0,499	0,499	0,500
Ağırlıklı Yık Merkezi	0,044	0,500	0,500	0,500	0,500
Toplam Yıkavaklık	0,044	0,525	0,487	0,497	0,509
Çatal Üretmeşaja	0,099	0,653	0,476	0,476	0,476
Piyas	0,270	0,615	0,410	0,406	0,513

**Tablo 4.** Ağırlıklı normalize değerler, ideal çözümler, ideal çözüme olan uzaklıklar ve ideal çözüme benzerlikler

Kriterler	Ağırlıklar	Alternatifler				d <sup>+</sup>	d <sup>-</sup>
		Model 1	Model 2	Model 3	Model 4		
Kapasite	0,099	0,051	0,043	0,051	0,051	0,043	
Çalışma Süresi	0,230	0,054	0,094	0,144	0,143	0,054	
Kalibrasyon YıkamaMB	0,230	0,119	0,107	0,117	0,117	0,107	
Model Yık	0,023	0,012	0,012	0,012	0,012	0,012	
Ağırlıklı Yık Merkezi	0,044	0,022	0,022	0,022	0,022	0,022	
Toplam Yıkavaklık	0,044	0,023	0,021	0,022	0,023	0,021	
Çatal Üretmeşaja	0,099	0,065	0,043	0,043	0,043	0,043	
Piyas	0,270	0,142	0,094	0,100	0,100	0,142	
S <sup>+</sup>		0,101	0,056	0,022	0,022		
S <sup>-</sup>		0,027	0,062	0,099	0,099		
C <sup>+</sup>		0,208	0,522	0,816	0,744		

Tablo 4'den elde edilen sonuçlara göre, ideal çözüme olan benzerliği en yüksek olan forklift alternatifi olarak Model 3 seçilmiştir.

#### 4. Matematiksel Model

Depoda kullanılacak olan forklift modelinin seçiminin ardından, firmanın yeni kuracağı deponun kısıtları da göz önünde bulundurularak depolama alanları tasarlanmıştır. Bunun için öncelikle, seçilen forkliftin manevra alanı dikkate alınarak koridor genişlikleri hesaplanmıştır. Toplam depo alanı 24.000 m<sup>2</sup>'dir ve deponun 17 giriş/çıkış noktası bulunmaktadır. Deponun elleçleme alanı, yangın söndürme dolapları vb. kısıtlar göz önüne alınarak depolama alanları tasarlanmış olup, toplam 1800 adet depolama alanı belirlenmiştir.

Firma, depoda, buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın ve küçük ev aletleri olmak üzere beş farklı ürün grubunu adanmış stok politikası kullanarak stoklayacaktır. Ürünler için gereken depolama alanları sayısı sırası ile 335, 242, 61, 69 ve 175; stoğa giriş/stoktan çıkış sayıları ise 6120, 8650, 800, 1155 ve 3050 olarak belirlenmiştir. Deponun tüm giriş/çıkış noktaları eşit oranda kullanılmaktadır.

Çalışmanın bu bölümünde hangi ürün grubunun hangi depo alanına yerleştirileceğini belirlemek üzere bir matematiksel model kurulmuştur. Kullanılan indisler, notasyon ve matematiksel model (Tompkins ve diğ., 2010) aşağıda verilmiştir.

#### İndisler

$i$ : ürün grubu ( $i = 1, \dots, n$ )

$j$ : depolama alanı ( $j=1, \dots, m$ )

$k$ : giriş/çıkış noktası ( $k= 1, \dots, l$ )

#### Notasyon

$x_{ij}$  =  $\begin{cases} 1, & i \text{ ürünü } j \text{ depolama alanına atanmışsa} \\ 0, & \text{aksi halde} \end{cases}$

$d_{ij}$  =  $j$  depolama alanından  $k$  giriş/çıkış noktasına olan uzaklık (metre)

$p_k$  =  $k$  noktadaki giriş/çıkışların yüzdesi

$N_i$  =  $i$  ürünü için stoğa giriş/stoktan çıkış sayısı

$S_i$  =  $i$  ürünü için gereken depolama alanlarının sayısı

#### Matematiksel model

$$\min \sum_i \sum_j \sum_k \frac{N_i}{S_i} \sum_j p_k d_{ij} x_{ij} \quad (10)$$

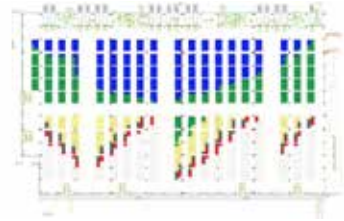
öyle ki

$$\sum_j x_{ij} \leq 1, \quad j=1, \dots, m \quad (11)$$

$$\sum_i x_{ij} = S_i, \quad i=1, \dots, n \quad (12)$$

$$x_{ij} = 0, 1, i=1, \dots, n, j=1, \dots, m \quad (13)$$

Kurulan matematiksel model, beklenen toplam taşıma mesafelerini enküçükmeyi amaçlamaktadır (10). İlk kısıt (11), bir depolama alanına en fazla bir ürünün atanmasını; ikinci kısıt (12), her bir ürünün tam olarak istenen sayıda depolama alanına atanmasını; üçüncü kısıt (13) ise  $x_{ij}$  değişkenlerinin 0 ya da 1 değerini almasını sağlar. Matematiksel model GAMS programı ile çözümlenerek optimal çözüm elde edilmiş ve hangi ürün grubunun hangi depolama alanına atanacağı belirlenmiştir. Deponun nihai tasarımı Şekil 1'de verilmiştir.



**Şekil 1.** Deponun nihai tasarımı\*

\* Buzdolabı, yeşil; çamaşır makinesi, mavi; bulaşık makinesi, kırmızı; fırın, gri; küçük ev aletleri ise sarı renk ile temsil edilmiştir.

## 5. Sonuçlar

Bu çalışmada, bir beyaz eşya fırması için yeni bir depo tasarımı yapılmış ve depolama alanlarına atanacak ürünler belirlenmiştir. Bu bağlamda, deponun tasarımı önemli ltde etkileyeceği için öncelikle depoda kullanılacak forklift modeli belirlenmiştir. Bu amaçla, belirlenen forklift seçim kriterleri öncelikle Analitik Hiyerarşi Süreci yöntemi ile ağırlıklandırılmış; ardından TOPSIS yöntemi ile en uygun forklift modeli belirlenmiştir. Kullanılacak forklift modelinin belirlenmesinden sonra, forkliftin özelliklerine göre ve deponun kısıtları da göz önüne alınarak depolama alanları tasarlanmıştır. Ardından, beklenen toplam taşıma mesafelerini enktlemek amacıyla bir matematiksel model kurulmuş ve model ztilerek hangi ürün grubunun hangi depolama alanına atanacağı belirlenmiştir.

Gelecekteki çalışmalarda, farklı koridor ve depo tasarımları (rneğin, balık kılğı tasarımı (Meller ve Gue, 2009)) yapılarak elde edilen zmler kıyaslanabilir. Bunun dışında, modele, envanter yönetimini ve taşıma ekipmanlarının kullanımını kolaylaştırmak için ek kısıtlar eklenerek problem sezgisel bir yntemle zlebilir.

## KAYNAKLAR

- Accorsi, R., Bortolini, M., Gamberi, M., Manzini, R., Pilati, F., 2017. Multi-objective warehouse building design to optimize the cycle time, total cost, and carbon footprint, *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92, 839-854.
- Arnaout, J.-P., 2017. Worm optimization for the multiple level warehouse layout problem, *Annals of Operations Research*, DOI 10.1007/s10479-017-2683-0.
- Arnaout, J.-P., ElKhoury, C., Karayaz, G., 2017. Solving the multiple level warehouse layout problem using ant colony optimization, *Operational Research - An International Journal*, DOI 10.1007/s12351-017-0334-5.
- Atanasković, P., Gajić, V., Dadić, I., Nikoličić, S., 2013. Selection of forklift unit for warehouse operation by applying multi-criteria analysis, *Promet – Traffic & Transportation*, 25, 379-386.
- Baker, P., Canessa, M., 2009. Warehouse design: A structured approach, *European Journal of Operational Research*, 193, 425-436.
- Cardona, L. F., Soto, D. F., Rivera, L., Martinez, H. J., 2015. Detailed design of fishbone warehouse layouts with vertical travel, *International Journal of Production Economics*, 170, 825-837.
- Davarzani, H., Norrman, A., 2015. Toward a relevant agenda for warehousing research: literature review and practitioners' input, *Logistics Research*, 8:1, DOI 10.1007/s12159-014-0120-1.
- Gu, J., Goetschalckx, M., McGinnis, L. F., 2007. Research on warehouse operation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research*, 177, 1-21.
- Gu, J., Goetschalckx, M., McGinnis, L. F., 2010. Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review, *European Journal of Operational Research*, 203, 539-549.
- Guerriero, F., Musmanno, R., Pisacane, O., Rende, F., 2013. A mathematical model for the multi-levels product allocation problem in a warehouse with compatibility constraints, *Applied Mathematical Modelling*, 37, 4385-4398.
- Hassan, M. M. D., 2010. A framework for selection of material handling equipment in manufacturing and logistics facilities, *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21, 246-268.
- Hwang, C. L. ve Yoon, K., 1981. *Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications*, Springer-Verlag, New York.
- Kulak, O., 2005. A decision support system for fuzzy multi-attribute selection of material handling equipments, *Expert Systems with Applications*, 29, 310-319.
- Koster, R., Le-Duc, T., Roodbergen, K. J., 2007. Design and control of warehouse order picking: A literature review, *European Journal of Operational Research*, 182, 481-501.
- Larson, T. N., March, H., Kusiak, A., 1997. A heuristic approach to warehouse layout with class-based storage, *IIE Transactions*, 29, 337-348.
- Meller, R. ve Gue, K., 2009. Aisle configurations for unit-load warehouses, *IIE Transactions*, 41, 171-182.

## KAYNAKLAR

Önüt, S., Tuzkaya, U. R., Doğaç, B., 2008. A particle swarm optimization algorithm for the multiple-level warehouse layout design problem, *Computers and Industrial Engineering*, 54, 783-799.

Öztürkçoğlu, Ö., Gue, K. R. ve Meller, R. D., 2014. A constructive aisle design model for unit-load warehouses with multiple pickup and deposit points, *European Journal of Operational Research*, 236, 382-394.

Pazour, J. A. ve Carlo, H. J., 2015. Warehouse reshuffling: Insights and optimization, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 73, 207-226.

Reis, A. C., Souza, C. G., Costa, N. N., Stender, G. H. C., Vieira, P. S., Pizzolato, N. D., 2017. Warehouse design: A systematic literature review, *Brazilian Journal of Operations & Production Management*, 14, 542-555.

Roodbergen, K. J., Vis, I. F. A., 2006. A model for warehouse layout, *IIE Transactions*, 38, 799-811.

Saaty, T. L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.

Saaty, T. L., 1986. Axiomatic foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32, 842-843.

Sanei, O., Nasiri, V., Marjani, M. R., Moattar Hussein, S. M., 2011. A heuristic algorithm for the warehouse space assignment problem considering operational constraints: with application in a case study, *Proceedings of the 2011 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Kuala Lumpur, Malaysia.

Shqair, M. ve Altarazi, S., 2014. A statistical study employing agent-based modeling to estimate the effects of different warehouse parameters on the distance traveled in warehouses, *Simulation Modelling Practice and Theory*, 49, 122-135.

Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. ve Tanchoco, J. M. A., 2010. *Facilities Planning*, 4th Edition, John Wiley and Sons, Inc.

Yang, M. H., 2001. An efficient algorithm to allocate shelf space, *European Journal of Operational Research*, 131, 107-118.

Zhang, G., Nishi, T., Turner, S. D. O., Oga, K., Li, X., 2017. An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches, *Omega*, 68, 85-94.

**$^{32}\text{S}^{+92,94,96,98,100}\text{Mo}$  REAKSİYONLARINDAKİ BARIYER DAĞILIMINA DAYANAN BÜYÜK AÇILI  
YARI-ESNEK SAÇILMA TESİR KESİTLERİ VE ETKİN AĞIRLIK FONKSİYONU**

Zehra Merve CİNAN\* , Ahmet Hakan YILMAZ\*\*, Burcu EROL\*\*\*, Taylan BAŞKAN\*\*\*\*

## ÖZ

Coulomb bariyeri etrafındaki çok çeşitli bombardıman enerjilerinde eş zamanlı olarak hesaplanan  $^{32}\text{S}^{+92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reaksiyonlarındaki bariyer dağılımı için yarı esnek saçılma ve etkin ağırlık fonksiyonunu çalıştık. Yarı-esnek açılma dağılım verileri Woods-Saxon potansiyeli olan optik model kodu kullanılarak analiz edilmiştir. Bu reaksiyonların yarı-esnek saçılma tesir kesitlerini ve bariyer dağılımının yapılarını açıklayabildiği hesaba katıldığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, birleşmiş kanalların formalizminin, çeşitli kütle sistemleri için bile geçerli olabileceğini göstermektedir. Geniş açılı yarı-esnek saçılma reaksiyonları, füzyon reaksiyonlarını belirlemek için önerilen özdeş çekirdek-çekirdek potansiyeli ile incelenmiştir. Bariyer dağılımının ve nükleon transferinin Woods-Saxon potansiyeli üzerindeki etkisi göz önüne alındığında, bir dizi reaksiyonun hesaplanan yarı-esnek saçılma tesir kesitlerinin birbiriyle iyi bir uyum içinde olduğu gözlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Tesir Kesiti, Yarı-Esnek Saçılma, Etkin Ağırlık Fonksiyonu, Bariyer Dağılımı

**THE LARGE ANGLE QUASI-ELASTIC SCATTERING CROSS SECTIONS  
AND THE EFFECTIVE WEIGHT FUNCTION BASED ON THE BARRIER  
DISTRIBUTION FOR  $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  REACTIONS**

Zehra Merve CİNAN\*, Ahmet Hakan YILMAZ\*\*, Burcu EROL\*\*\*, Taylan BAŞKAN\*\*\*\*

**ABSTRACT**

We have studied quasi-elastic scattering and the effective weight function for the barrier distribution in  $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions, which calculated simultaneously in a wide range of bombarding energies around the Coulomb barrier. The quasi-elastic angular distribution data were analyzed using the optical model code with Woods-Saxon potentials. It was shown that the calculations taken into account so that these reactions can explain structures of the quasi-elastic cross-section and the quasi-elastic barrier distribution. These results have indicated that the coupled-channels formalism can still valid even for the various mass systems. The large-angle quasi-elastic scattering reactions have scrutinized with the identical nucleus- nucleus potential recommended for designating fusion reactions. Given the effect of a barrier distribution and nucleon transfer on the Woods-Saxon potential, it was observed that the calculated semi-elastic scattering cross-sections of a series of reactions are in good harmony each other.

**Keywords:** *Cross Sections, Quasi-Elastic Scattering, Effective Weight Function, Barrier Distribution*

Makale Gönderim Tarihi: 05.08.2019 ; Makale Kabul Tarihi : 26.11.2019 Makale Türü: Araştırma

DOI: 10.20854/bujse.601961

\*Sorumlu yazar: Faculty of Science, Department of Physics, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

(m\_cinan@ktu.edu.tr)

\*\*Faculty of Science, Department of Physics, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

(hakany@ktu.edu.tr)

\*\*\* Faculty of Science, Department of Physics, Recep Tayyip Erdoğan University, Rize, TURKEY

(burcu.karayunus@gmail.com)

\*\*\*\* Faculty of Science, Department of Physics, Karadeniz Technical University, Trabzon, TURKEY

(taylanbaskan@ktu.edu.tr)



**Introduction**

It is important to understand the nuclear potential to identify nucleus collisions. Nuclear potential can be studied via quasi-elastic scattering and fusion reactions. This scattering process is the sum of elastic, inelastic scattering and transfer channels. These reactions at energies near the Coulomb barrier have greatly discussed in last years. They maintain an impeccable possibility to achieve the knowledge of nuclear structure and nucleon interaction and to analyze the structure of heavy-ion reactions at near barrier energies that is of huge value for the synthesis of super-heavy nuclei. Whence, quasi-elastic scattering and fusion are supplementary to each other [1-11].

In our work, we have tried to illustrate the heavy-ion elastic and quasi-elastic scattering with the identical potential for understanding the fusion reactions. Theoretical model for the description of the elastic and quasi-elastic scattering have determined and then the results have calculated with different programs have been compared with each other. The calculation and results have imparted at the end.

**Coupled-Channels Method For Elastic Scattering, Quasi-Elastic Scattering And Fusion**

To account for the stimulations of nuclei that interact with each other in fusion and scattering reactions, we have used the following Hamiltonian [12]:

$$H = -\frac{\hbar^2}{2\mu}\nabla^2 + V_{rel}(r) + H_0(\xi) + V_{coup}(r, \xi) \quad (1)$$

$r$  symbolize the coordinate for the relative motion between the bullet and the target nuclei and  $\mu$  is the reduced mass.  $H_0(\xi)$  describes the vibrational excitation spectra of the bullet and projectile nuclei,  $\xi$  is the internal degrees of the vibration in the nuclei.  $V_{coup}(r, \xi)$  is the potential of coupling between the motion and excitations of the bullet and projectile nuclei.  $V_{rel}(r)$  contains the atomic number of the bullet and the target and bare nuclear potential. Optical potential for the reaction is a sum of the Coulomb and nuclear potentials that is deemed to have a Woods-Saxon shape and consists of the real and imaginary parameters [12-13]:

$$V_{rel}(r) = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r} + V_N(r) = \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r} + V_S(r) + (W_S(r)) \quad (2)$$

$$= \frac{Z_1 Z_2 e^2}{r} \frac{V_C}{1 + \exp[(r - R_C)/a]} - i \frac{W_S}{1 + \exp[(r - R_W)/a_W]}$$

The coupled-channels equations are attained from the vibrational excitation spectra of the bullet and projectile nuclei in terms of  $H_0(\xi)$ ,

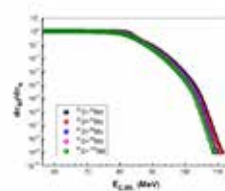
$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2\mu} \frac{d^2}{dr^2} + \frac{J(J+1)\hbar^2}{2\mu r^2} + V_{rel}(r) + \epsilon_n - E \right] u_n^J(r) \quad (3)$$

$$+ \sum_m V_{nm}(r) u_n^J(r) = 0$$

$\epsilon_n$  is the excitement energy operator of the nth channel and  $J$  is the total angular momentum of the reaction channels. This approach significantly minimizes the magnitudes of the coupled-channels problem for heavy ion reactions.

The recommended potential is stand on the density approach. Calculations demonstrate that the potential of the nucleus-nucleus is linked with the incoming energy in the energies near the Coulomb barrier. In our work, we have examined the Woods-Saxon potential for the definition of heavy ion elastic scattering near the Coulomb barrier. Rely on the optical model, we have disentangled the Schrödinger equation for a given nucleus-nucleus potential using the conventional system to attain the partial-wave scattering matrix that is used to illustrate the elastic scattering data. The real and imaginary sections of the optical model potential accepted in the calculations were defined via the Woods-Saxon potential [2].

We have computed the elastic scattering reaction differential cross sections as a function of energy for the reactions  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  at different energies. The computational results were demonstrated in Fig. 1.

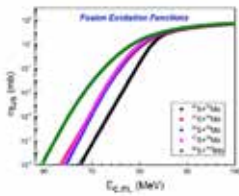


**Fig.1.** Elastic scattering reaction differential cross sections results for  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions.

At these energy regions, the fusion cross section was generally designated via the conventional equation

$$\sigma_{fus}(E_{c.m.}) = \pi R_f^2 (1 - B/E_{c.m.}) \quad (4)$$

with fusion radius parameter  $R_f$  and height of fusion barrier  $B$ . Our computational results were demonstrated in Fig. 2.



**Fig. 2.** Fusion excitation functions result for  $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions.

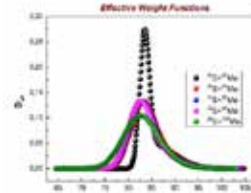
We have determined that both the fusion and the elastic scattering excitation functions of the five reactions can be adequately well reproduced as shown Fig. 1 and 2. While elastic scattering reaction differential cross-sections have very small differences from one another at high energies, the results of the fusion excitation functions are in harmony at high energies.

Taking  $B$  to be the barrier height  $B_0$  of the Woods-Saxon potential, the fusion cross sections cannot be duplicated via the Eq. (4). To characterize cross sections, we have induced an empirical barrier distribution. We have recommended an effective weight function to illustrating the barrier distribution

$$D_{eff}(B) = \begin{cases} D_1(B) & : B < B_x \\ D_{avr}(B) & : B \geq B_x \end{cases} \quad (5)$$

here  $D_{avr}(B) = (D_1(B) + D_2(B)) / 2$  and  $B_x$  is the left cross point of  $D_1(B)$  and  $D_2(B)$ .  $D_1(B)$  and  $D_2(B)$  are two Gaussian operators and these operators affiliated with the barrier height  $B_0$  of the Woods-Saxon potential. The effective weight function of the reactions  $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  was illustrated in the Fig. 3 [11, 14].

Quasi-elastic scattering was considered to be the sum of a number of reactions, such as elastic and inelastic scattering, which can be expressed as an important counterpart of fusion reactions.



**Fig. 3.** The effective weight function results for  $^{32}\text{S}+^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions.

According to the results in Fig. 1, 2 and 3 from the reaction models studied, a combined description of the scattering and fusion data gives important information about the potential parameters used and the compatibility of the calculation programs. For this reason, it has contemplated that the quasi-elastic scattering is an excellent technique of the one for fusion.

We have found that the Woods-Saxon potential yields good outcomes for heavy ion elastic scattering in the upward barrier energies. However, the fusion section of the identical reaction framework cannot be well illustrated by the potential and it is necessary to familiarize the barrier distribution for the regeneration of the fusion output. Either elastic scattering or fusion outputs may be pleasurablely characterized by the potentials in the energies around the Coulomb barrier. In our study, we have aimed to identify a general nuclear potential that can be used to identify different nucleus-nucleus reactions.

As a decent response to the fusion reaction, we have studied wide-angle quasi-elastic scattering to find out the nucleus-nucleus potential. We have investigated the effect of the proposed barrier distribution on wide-angle quasi-elastic scattering for fusion reactions.

Identical to the characterization of fusion with the empirical barrier distribution, we describe the large-angle quasi-elastic scattering cross section with the effective weight function  $D_{eff}(B)$  (Equation 5) at energies around the Coulomb barrier,

$$\frac{d\sigma_{qel}}{d\sigma_R}(E_{c.m.}) = P_{eff} + P_{corr} \quad (6)$$

with

$$P_{eff} = \frac{1}{F_0} \int_0^{\infty} D_{eff}(B) \frac{d\sigma_{el}}{d\sigma_R}(E_{c.m.}, B) dB \quad (7)$$

in these equations,  $P_{corr}$  is a small correction term,  $\frac{d\sigma_{el}}{d\sigma_R}$  is a proportion of the elastic cross section  $\sigma_{el}$  to the Rutherford cross section  $\sigma_R$ ,  $F_0$  is a normalization constant  $F_0 = \int D_{eff}(B) dB$ . Within the semiclassical perturbation model, a semiclassical notation to the backward scattering ( $\theta=\pi$ ) is bestowed [4, 15].

$$\frac{d\sigma_{el}}{d\sigma_R}(E_{c.m.}, B) = \left( 1 + \frac{V_0(R_c)}{E_{c.m.}} \sqrt{\frac{Z_1 Z_2 e^2 a}{E_{c.m.}}} \right) \times \frac{\exp\left[-\frac{2\pi}{a}(E_{c.m.} - B)\right]}{1 + \exp\left[-\frac{2\pi}{a}(E_{c.m.} - B)\right]} \quad (8)$$

hw is an obliqueness of the Woods-Saxon potential. Where the nuclear potential  $V_0(R_c)$  was appreciated at the Coulomb rotation point,

$$V_0(R_c) = \left( B - \frac{Z_1 Z_2 e^2}{R_f} \right) \left( \frac{1 + \exp[(R_f - R_c)/a]}{1 + \exp[(R_c - R_c)/a]} \right) \quad (9)$$

by the closest approach distance among two nucleus  $R_c = Z_1 Z_2 e^2 / E_{c.m.}$ .  $a$  is the diffusiveness coefficient of the nuclear potential and  $Z_1, Z_2$  remark bullet and target nucleus.  $E_{c.m.}$  is the center-of-mass energy.  $R_f$  is the barrier location.

### Calculations And Results

In this study, both the fusion and quasi-elastic scattering sections of a series of reactions were investigated. Fig. 4 and 2 show the calculated quasi-elastic scattering and fusion cross sections for the reactions  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$ . The results of the calculation programs were also demonstrated for crosscheck.

In order to take into consideration for the structure of the  $^{32}\text{S}$  nuclei, we have established the potential between  $^{32}\text{S}$  and  $^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  with an appropriate procedure, while we have wielded a Wood-Saxon potential with the worldwide Akyüz-Winther parameters for the channels [16-19].

The nuclear component of nucleus-nucleus potential in article [16], U, is elementary parameterized like

$$U(r) = - \frac{V_0}{1 + e^{(r-R_P-R_T)/a_V}} \quad (10)$$

whose components originate in the enlightenment of the nuclear densities. These parameter values have thimbleful regulated owing to a methodical crosscheck of elastic scattering reactions. With the potential amplitude is

$$V_0 = 16\pi\gamma a_V \bar{R}_{TP} \quad (11)$$

In these equations the reduced radius is

$$\bar{R}_{TP} = \frac{R_T R_P}{R_T + R_P} \quad (12)$$

with

$$R_i = (1.20A_i^{1/3} - 0.09)fm, \quad i = T, P \quad (13)$$

The diffuseness coefficient is

$$\frac{1}{a_V} = 1.17[1 + 0.53(A_P^{-1/3} + A_T^{-1/3})]fm^{-1} \quad (14)$$

while the surface tension coefficient is

$$\gamma = 0.95 \left[ 1 - 1.8 \frac{N_P - Z_P}{A_P} \frac{N_T - Z_T}{A_T} \right] MeV \cdot fm^{-2} \quad (15)$$

where  $A_i, Z_i$  and  $N_i$  are the mass, charge and neutron numbers of nuclei  $i=T,P$ .

The radius and diffuseness coefficients of imaginary part  $R_w$  and  $a_w$  were recommended to be proportional to the real potential parameter part, while imaginary depth  $W_0$  is a quarter of the real depth. This selection is optional, so these parameters should be used in addition to the calculations.

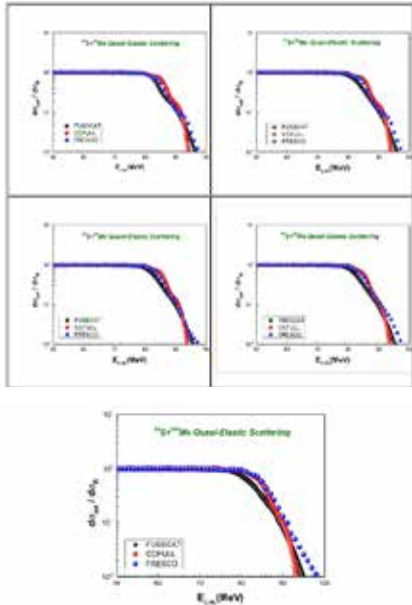
The Coulomb potential radius in our calculations is equal to

$$R_C = 1.30(A_P^{1/3} + A_T^{1/3})fm \quad (16)$$

**Table 1.** The parameters of quasi-elastic scattering for our calculations

Reactions	$V_0$ (MeV)	$r$ (fm)	$a_c$ (fm)	$\gamma$ (MeV fm <sup>-2</sup> )	$R_D$ (fm)	$R_T$ (fm)	$R_{EP}$ (fm)	$R_{E0}$ (fm)	$R_{E1}$ (fm)
$^{32}\text{S} + ^{92}\text{Mo}$	69.576	1.18	0.565	0.95	3.72	5.33	2.191	9.047	9.996
$^{32}\text{S} + ^{94}\text{Mo}$	69.903	1.15	0.566	0.95	3.72	5.37	2.198	9.096	10.038
$^{32}\text{S} + ^{96}\text{Mo}$	70.062	1.19	0.566	0.95	3.72	5.40	2.203	9.124	10.089
$^{32}\text{S} + ^{98}\text{Mo}$	70.858	1.17	0.567	0.95	3.72	5.44	2.209	9.162	10.121
$^{32}\text{S} + ^{100}\text{Mo}$	70.581	1.18	0.567	0.95	3.72	5.48	2.216	9.200	10.162

We have introduced a collation among the features of the barrier distributions stated by the proposed methods based on the nucleus–nucleus potentials calculated for reactions. As a result of the calculations, it was observed that the differential cross-sections were systematically decreased at high energy values and the results were in good agreement with each program codes in Fig. 4z



**Fig. 4.** Theoretical quasi-elastic scattering cross-section results for  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions [2-25].

**Summary And Conclusions**

In our work, we have calculated the quasielastic barrier distributions and the effective weight function for  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  systems. The shapes of the distribution for  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions

are consistent with the one foreseen by our calculations.

Results were represented that the barrier distributions for the fusion reaction and the quasi-elastic scattering change owing to the excitations at energies above the Coulomb barrier.

The energy dependence of the cross sections, on the other hand, was not affected much by the non-corporate excitations and barrier distributions remains the same.

Therefore we have extracted couplings to the many excitations as a possible source of the hindrance of fusion cross sections at sub-barrier energies and at energies above the Coulomb barrier.

The refinement of the models to achieve a degree of precision and reliability comparable to the data presents an interesting challenge to theory. From this attributive comparison, the quasi-elastic excitation function appears to have some sensitivity to the fusion barrier distribution. It would be favourable if these attributive features could be quantified by displaying the data in the form of a legation of the barrier distribution, identical to that extracted from fusion excitation functions.

However, this important result still leaves the mechanism for fusion hindrance phenomena as an open question.

In brief, we have calculated the quasielastic and elastic scattering excitation functions for the  $^{32}\text{S} + ^{92,94,96,98,100}\text{Mo}$  reactions around the Coulomb barrier with high precision in 1 MeV energy steps. Excitation functions were calculated using the code FUSSCAT, FRESKO and CCFULL.

$\frac{d\sigma_{el}}{d\Omega}$  and  $\frac{d\sigma_{qe}}{d\Omega}$  have subtracted from the measured excitation functions and compared with barrier distributions extracted from the existing fusion excitation function and the quasi-elastic and elastic scattering excitation functions.

These calculations demonstrate that the information about the fusion barrier distribution for a reaction can be investigate by quasi-elastic and elastic scattering excitation functions. Quasi-elastic scattering were measured to comprehend effects of excitation and deformation of colliding nuclei on the dynamics of fusion reactions.

## REFERENCES

- [1] M. L. Inche Ibrahim, M. Zamrun, H. Abu Kassim, Phys. Rev. C 87, 024611 (2013).
- [2] N.Wang, W. Scheid, Phys. Rev. C 78, 014607 (2008).
- [3] Z. F.Muhammad, K. Hagino, S. Mitsuoka, H. Ikezoe, Phys. Rev. C 77, 034604 (2008).
- [4] K. Hagino, N. Rowley, Phys. Rev. C 69, 054610 (2004).
- [5] N. Rowley, G. R. Satchler, P. H. Stelson, Phys. Lett. B254, 25 (1991).
- [6] J. R. Leigh et al., Phys. Rev. C 52, 3151 (1995).
- [7] H. Timmers et al., Nucl. Phys. A584, 190 (1995).
- [8] R. K. Gupta, M. Manhas, G. Munzenberg, W. Greiner, Phys. Rev. C 72, 014607 (2005).
- [9] V. I. Zagrebaev, Phys. Rev. C 64, 034606 (2001).
- [10] G. G. Adamian et al., Nucl. Phys. A633, 409 (1998).
- [11] M. Liu, N.Wang, Z. Li, X.Wu, E. Zhao, Nucl. Phys. A768, 80 (2006).
- [12] S. Yusa, K. Hagino, N.Rowley, Phys. Rev. C 85, 054601 (2012).
- [13] M.Z. Firihi, International Journal of Modern Physics E Vol. 25, No. 8, 1650054 (2016),
- [14] N. Wang, K. Zhao, W. Scheid, X. Wu, Phys. Rev. C 77, 014603 (2008).
- [15] S. Landowne, H.H. Wolter, Nucl. Phys. A351, 171 (1981).
- [16] R.O. Akyuz, A. Winther, Proc. Enrico Fermi Int. School of Physics, “ Nuclear Structure and Heavy-Ion Reactions”, ed. R.A. Broglia, C.H.Dasso, R. Ricci (North-Holland, Amsterdam, 1981), p.491, (1979).
- [17] R.A. Broglia, A. Withner, “Heavy Ion Reactions, Part I and II”, Frontiers in Physics, vol.84, Addison-Wesley, (1991).
- [18] A. Winther, Nucl. Phys. A572, 191-235 (1994).
- [19] G. Pollarolo, A. Winther, Phys. Rev. C 62, 054611 (2000).
- [20] I.J. Thompson, Fresco, <http://www.fresco.org.uk> .
- [21] I.J. Thompson, Getting Started With Fresco User Guide, June (2010).
- [22] Antonio M. Moro, Fresco Notes, October (2004).
- [23] F. Nunes, “Scattering Theory Lecture Notes”, Michigan State University.
- [24] K. Hagino, N. Rowley, M. Dasgupta, “Fusion cross sections at deep sub-barrier energies”, Phys. Rev. C 67, 054603 (2003).

## REFERENCES

- [25] K. Hagino, N. Rowley, A.T. Kruppa, "A program for coupled-channels calculations with all order couplings for heavy-ion fusion reactions", *Comput. Phys. Commun.* 123, 143 (1999).
- [26] A.B. Balantekin, N. Takigawa, "Quantum tunneling in nuclear fusion", *Rev. Mod. Phys.*, 70, 77 (1998).
- [27] G.R. Satchler, "Direct Nuclear Reactions", Clarendon Press, (1983).
- [28] G.R. Satchler, "Introduction to Nuclear Reaction", Palgrave; 2nd edition (February 9, 1990).
- [29] R.A. Broglia and A. Winther, "Heavy-Ion Reactions", *Phys. Reports*, Vol 4, 153-198, (1972).
- [30] D.M. Brink, "Semi-classical method in nucleus-nucleus collisions", Cambridge University Press, (1985).
- [31] P. Frobrich and R. Lipperheide, "Theory of Nuclear Reactions", Clarendon Press (April 30 1999).
- [32] R. Herman, "Fusion", Cambridge University Press, Cambridge (1990).

**HİBRİD MOTORLU “TUZLA JEEP WİLLYS MARKALI” ARACIN TASARIMI VE KARAKTERİSTİĞİ****Osman SİMAV\* , Buket BÜYÜKKARCI\*\*, Ergin KOSA\*\*\*****ÖZ**

Otomobiller hiç kuşkusuz günümüzün en önemli araçları arasındadır. Birbirinden farklı teknolojiye sahip pek çok çeşidiyle hayatımızda yer almaktadırlar. Özellikle son dönemlerde sıkça gündeme gelen fosil yakıtların rezervlerinin ilerleyen yıllarda tükenmekle karşı karşıya olması ve bunun dışında fosil yakıtlar nedeniyle doğaya verilen zararın en aza düşürülmesi için alternatif yakıtlar ve bunların uygulanabileceği teknolojiye sahip otomobillerin üretimi konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Bunlar arasında günümüzde oldukça yaygınlaşan elektrikli ve hibrid araçlar dikkat çekmektedir.

Bu çalışmada Türkiye'nin ilk motorlu aracı olarak 1955 yılında İstanbul Tuzla'da özel sektör yatırımı olarak kurulan ve 1970'de Kara Kuvvetleri Komutanlığı'na devredilen Jeep Willys aracı ele alınmıştır. Bu araç kullanıldığı dönemlerde büyük ilgi görmüş ve yolu olmayan köylerde ulaşımda, traktör olarak tarımda ve çekici olarak yollarda gerçek çok amaçlı kullanım imkânı sunmuştur. 2006'da imalatına son verilen bu araçtan trafikte dolaşan binlerce adedinin bulunduğu bilinmektedir. Bu aracın hibrid elektrikli bir modelinin tasarımının sonuçları bu çalışmada işlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** hibrid, elektrikli motor, taşıt karakteristiği

Makale Gönderim Tarihi: 20.11.2019 ; Makale Kabul Tarihi : 27.11.2019 Makale Türü: Araştırma  
DOI: 10.20854/bujse.648987

\*Sorumlu yazar: Beykent Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü  
(osmansimav@beykent.edu.tr)

\*\*Beykent Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans mezunu (buket.yaman@hotmail.com)

\*\*\*Beykent Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Makine Mühendisliği Bölümü  
(erginkosa@beykent.edu.tr)

## DESIGN AND CHARACTERISTICS OF “TUZLA JEEP WILLYS BRANDED” VEHICLE WITH HYBRID ENGINE

Osman SİMAV\* , Buket BÜYÜKKARCI\*\*, Ergin KOSA\*\*\*

### ABSTRACT

Automobiles are undoubtedly one of the important vehicles nowadays and take place in daily lives with many several types having different technologies. Especially, in the last decades many studies focus on alternative fuels and the vehicles using alternative fuels due to decrease in reserve of fossil fuels and increase in greenhouse effect due to vehicles using fossil fuels such as oil and diesel.

So, Electric and hybrid vehicles are becoming increasingly popular today.

In this study, Jeep Willys vehicle transferred to the Land Forces Command in 1970 has been discussed. It was established in Istanbul as Turkey’s first private sector investment engine vehicle in Tuzla in 1955. This vehicle attracted great interest in the periods it was used and it provided real multipurpose use in transportation in villages without roads, agriculture as tractor and as tow truck on roads. It is known that there are thousands numbers of this vehicle circulating in traffic was discontinued in 2006. The design and characteristic of a hybrid electric model of the vehicle are discussed in this study.

**Keywords:** *Hybrid, Electric Engine, Vehicle Characteristic*



## 1. Giriş

Son yüzyılda karbon monoksit, karbon dioksit ve hidrokarbon gibi hidrojen ve karbon bileşiklerinin konsantrasyonu artmaktadır.

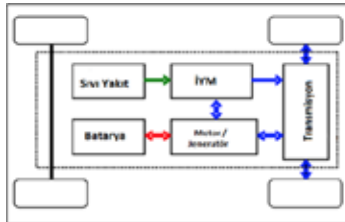
Bununla birlikte hidrojen ve karbon bileşikleri sera etkine neden olup ozon tabakasına zarar vermekte ve yaşam kalitesini düşürmektedir (Sezen ve diğ., 2017). Son dönemde bu sebeplerden dolayı fosil yakıtlar yerine alternatif enerji ve yakıt kaynağı kullanımını üzerine çalışmalar yapılmakta olup hibrid ve elektrikli araç kullanımı tercih edilmeye başlanmıştır (Demir ve diğ., 2012).

Hibrid otomobillerde, batarya doldurma problemi olmadan ve en az fosil yakıt tüketimiyle doğaya en az zararı verecek ve yakıt masrafını oldukça düşürecek bir kullanım amaçlanmıştır (Chan ve diğ., 2002).

Bu çalışmada, ilerleyen yıllarda elektrikli ve hibrid araçların ülkemizde de sayısının daha da artacağı düşünüldürse, dışarıdan gelen otomobillere alternatif olarak Türkiye'nin ilk motorlu aracı olarak adlandırılan ve kullanıldığı dönemde büyük yankı uyandıran Jeep Willys'in hibrid teknolojiye sahip bir versiyonunun hesapları yapılacaktır.

## 2. Hibrid Elektrikli Araç Teknolojisi

Hibrid araçlar, en basit tanımıyla elektrik motoru ve içten yanmalı motorun bir arada bulunduğu araçlardır (Boyalı ve Güvenç, 2010). Araçlarda bulunan aktüer, frenleme esnasında geri kazanılan enerjiyle ya da içten yanmalı motor tarafından üretilen elektrik enerjisi ile şarj edilmektedir (Uçarol, 2010). Hibrid araçlarda içten yanmalı motorun veriminin düşük olacağı yerlerde elektrik motorunun devreye girmesiyle yakıt tasarrufu ve emisyonunda en aza indirgenmesi sağlanmış olur (Ustabaş, 2014). Hibrid araçlar seri, seri-paralel, paralel olarak 3 farklı sisteme sahip olabilirler.



Şekil 1. Seri - Paralel Hibrid Elektrikli Araç Şeması (MIT Electric Vehicle Team, 2008).

Şekil 1'de seri ve paralel hibrid elektrikli araçların beraber sağladığı faydaları sunar. (Çimen, 2010). İçten yanmalı motor tekerler doğrudan ilişkilidir ve arada transmisyon yoktur, bu yönüyle sistem yerleşimi paralel hibrid sisteme benzer. Ayrıca motor seri hibridteki gibi jeneratörle ilişkilidir. İçten yanmalı motor, yüksek hızlarda tekerleklerle güç vermek için devreye girer. (Karakol, 2015). Bu sayede düşük hızlarda enerji kaybı seviyesi daha düşük olur.

Bu çalışmada, Jeep Willys'in yerli üretim olarak hibrid teknolojisine uygun bir versiyonunun yapılabilmesi için matematiksel hesaplamalar yapılmıştır. Bunun için mevcut hibrid araçlar için bazı kabuller yapılmıştır. Araç yuvarlanma, hava, yokuş ve ivmelenme direnciyle karşı karşıya kalmaktadır. Bu bağlamda araca etkiyen kuvvetler şu şekilde sıralanabilir:

Yuvarlanma Direnci =  $F_r$

Hava Direnci =  $F_a$

Yokuş Direnci =  $F_g$

İvme Direnci =  $F_i$

Yuvarlanma direnci

$$F_r = (G) \cdot C_r \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

$$F_r = (mxg) \cdot C_r \cdot \cos \alpha \quad (2)$$

$$C_r = (0,02) + (0,005) \cdot (V/100)^{2,5} \quad (3)$$

Hava direnci

$$F_a = 1/2 \rho C_d A (V + V_0)^2 \quad (4)$$

İle hesaplanmıştır.

Hesaplamalarda havanın yoğunluğu, ( $\rho$ ) 1,239 kg/m<sup>3</sup> olarak alınmıştır. Taşıtın hava direnç katsayısı ( $C_d$ ) = 0,4 olarak kabul edilmiştir. Taşıtın ön iz düşüm alanı 2,51 m<sup>2</sup> olup ve taşıtın çeşitli hızlardaki hava direnci hesaplanmıştır.

$V_0 = 0$  kabul edilmiştir.

Yokuş direnci;

$$F_g = (+, -) G \cdot \sin \alpha = (+, -) G \cdot \tan \alpha \quad (5)$$

$$F_g = G \cdot (+, -) \cdot eG = m \cdot g \quad (6)$$

İvme direnci;

$$F_i = m \cdot a \cdot 1,1 \quad (7)$$

ile hesaplanmıştır. Hibrid Willys için a değeri 1 m/sn<sup>2</sup> kabul edilecektir.

### 3. Taşıta Etki Eden Toplam Kuvvet Hesabı

$$F_t = F_r + F_d + F_g + F_i \quad (8)$$

$$F_t = (m \cdot a) \cdot C_d \cdot \cos \alpha + 1/2 \rho C_d A (V + V_w)^2 m \cdot g \cdot \sin \alpha + m \cdot a \cdot 1,1 \quad (9)$$

Aracın hareket edebilmesi için toplam direnç kuvvetinden daha fazla kuvvet uygulamak gerekir. Bu kuvveti uygulamak için gereken güç ise;

$$N_e = Ft \times \frac{V}{1000} Kw \quad (10)$$

Birinci olarak, düz yolda hareket eden bir taşıtın 10 m/sn, 15 m/sn, 20 m/sn, 25 m/sn, 30 m/sn, 35 m/sn ve 40 m/sn hızlardaki yuvarlanma direnci, hava direnci değerleri hesaplanmıştır.

$$m = 1200 \text{ kg} \quad (11)$$

$$g = 9,80665 \frac{m}{sn^2} \quad (12)$$

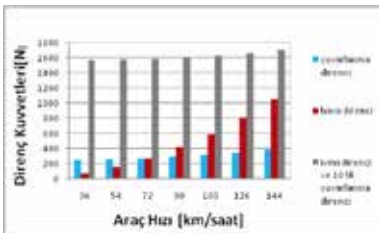
$$\rho = 1,293 \text{ kg}/m^3 \quad (13)$$

$$C_d = 0,4 \quad (14)$$

İkinci olarak düz yolda hareket eden bir taşıtın 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 m/sn hızlarda ve  $a = 1 \text{ m}/sn^2$  ivme ile yuvarlanma direnci, hava direnci, ivme direnci değerleri hesaplanmıştır.

Üçüncü olarak taşıtın 10 m/sn, 15 m/sn, 20 m/sn, 25 m/sn, 30 m/sn, 35 m/sn, 40 m/sn hızlarda ve 10 derecelik bir yokuştaki yuvarlanma direnci, hava direnci ve yokuş direnci değerleri hesaplanmıştır.

Son olarak taşıtın 10 m/sn, 15 m/sn, 20 m/sn, 25 m/sn, 30 m/sn, 35 m/sn, 40 m/sn hızlarda,  $1 \text{ m}/sn^2$  ivme ve 10 derecelik bir yokuştaki yuvarlanma direnci, hava direnci, ivme direnci ve yokuş direnci değerleri hesaplanmıştır.

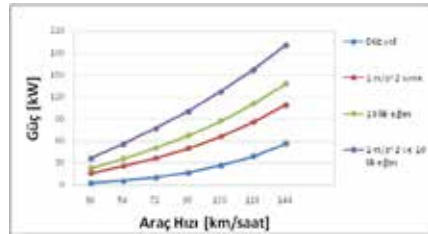


Şekil 2. Araç hızına göre yuvarlanma, hava ve ivme direnç kuvvetleri

Şekil 2'de görüldüğü gibi farklı araç hızlarında direnç kuvvetleri hesaplanmıştır. İvmelenme direnci 1320 N'dur. Aracın maruz kaldığı hava

direnci ise, 10 derecelik bir yokuştaki yuvarlanma direncine göre çok yüksektir. Aracın hızı arttıkça yuvarlanma ve hava direnci de artmaktadır.

Yapılan hesaplamalar sonucunda Jeep Willys'in hibrid bir versiyonun yapılması söz konusu olduğunda seçilebilecek en uygun olan gücün 100 kW olarak belirlenmesi, hibrid sistemde gerekli gücün 50 kW'nin elektrik motorundan, diğer 50 kW'lık gücün ise içten yanmalı motordan elde edilmesi uygun olacaktır. Diğer araçlardan farklı olarak Otto çevrimi yerine Atkinson çevrimi kullanılan hibrid araçlarda yüksek verimle birlikte yakıt ekonomisi sağlanmaktadır. Jeep Willys'in hibrid versiyonunun dizaynı için Atkinson çevrimli motor tercih edilmesi uygun olacaktır. Bunun dışında 50 kw'lık enerjiyi karşılaması gereken içten yanmalı motorda gereken güç 68 BG olarak hesaplanmıştır. Günümüzde bu gücü sağlayan motorları kullanan otomobiller mevcuttur. Diğer 50 kW'lık enerjiyi sağlaması için gereken elektrik motoruna sahip otomobillerde ülkemizde vardır. Varolan otomobillerin motorlarından yola çıkılarak istenilen enerjiyi elde edebilecek motorlar bulunabilmesi mümkündür. Yeterli güç; akümülatör kapasitesi 5kWh olacak şekilde batarya grubu kullanılarak sağlanacaktır.



Şekil 3. Araç hızına göre güç değerleri

Şekil 3'de görüldüğü gibi araç için gerekli güçler; 36 km/h, 54 km/h, 72 km/h, 90 km/h, 108 km/h, 126 km/h ve 144 km/h hızları için düz yol,  $1 \text{ m}/sn^2$  ivmelenme,  $10^\circ$ lik eğimi çıkarken ve  $10^\circ$ lik eğimde ivmelenirken gerekli güç değerleri hesaplanmıştır.

Uygun olabilecek seçimleri örneklendirmek gerekirse; TÜMOSAN'a ait 75 BG, 55,2 kW gücündeki içten yanmalı motor, Toyota Prius ve C-HR modellerinde seçilmiş 53kw'lık elektrik motoru ve 5 kWh saatlik lityum bir akü uygun olacaktır.

#### 4. Sonuçlar

Œehir içinde alıŒan ve sık duruŒ-kalkıŒ yapan araçlarda enerji kaybı daha fazla olmaktadır. Regenerative frenleme ile bu kaybolan enerjinin kullanıma bağlı olarak deėiŒim gösteren Œekilde yaklaŒık %40'ının geri kazanılması mümkündür. Hydrobus ve Gyrobus adı verilen ve frenleme enerjisini hidrolik ve kinematik yollarla geri kazanan sistemler yerine Hibrid araçlarda bu geri kazanım kolaylıkla yapılabilir. (Simav,1993).

Hibrid TaŒıtlarda genellikle kullanılan elektrik enerjisinin tamamının İçten Yanmalı Motordan sağlanması yerine aracın Plug-in (Honda, 2018) adı verilen sistemin kullanımı ile elektrik enerjisinin Œebekeden sağlanması sayesinde evre daha az kirletilmiŒ ve daha az egzoz emisyonu çevreye salınımıŒ olacaktır.

Hibrid bir Jeep Willys modeli yakıt gereksiniminin; ülkemizde yetiŒen ürünlerden elde edilen bio-dizel yakıtlarla karŒılanabilme ihtimali de olabilmesi söz konusudur. Böyle bir durumda kırsal kesimin de kullanımına uygun dizayn edilen bir Willys Jeep için gerekli enerji orada yaŒayanların kendi yakıtlarını retebilmesiyle karŒılanarak ekonomik olarak tercih edilebilir bir hal alabilecektir. Jeepler ilk üretildiği dönemlerde üzerlerine farklı teçhizatların donatılmasıyla gerek traktör olarak kullanılmıŒ, gerek savaŒ aletlerine uygun hale getirilmiŒtir. Bu tasarım tarım iŒlerinde, köy ve kasaba arası römorklu taŒıma faaliyeti gibi birçok alanda kullanılabilir.

## KAYNAKLAR

Boyalı A., Güvenç L., (2010), Hibrid Elektrikli Araçların Modellenmesi ve Kural Tabanlı Kontrolü, İTÜ Dergisi, 9(2), 83-94

Chan C.C. (2002.), Proceeding of IEEE, Vol. 90, No. 2, February.

Çimen M. A. (2010). Elektrikli Ve Seri Hibrit Elektrikli Araçlarda Simülâtör Kullanarak Kalıcı Mıknatıslı Senkron Tahrik Motoru Kontrolü. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Demir A., Gümü M., Sayın C., Boztoprak Y., Yılmaz M. (2012), “Geçmişten Gütümüze Otomobil Teknolojileri”, Mimar ve Mühendis Dergisi, syf. 60-63.

Honda, Erişim adresi: <http://shop.honda.com/clarity-plug-in-hybrid.aspx>, , Erişim tarihi: 08 06. 2018.

Karakol, M. T. (2015). Taşıt Tahrik Sistemlerine İlişkin Buluşların Patent Perspektifinden Değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Türk Patent Enstitüsü Patent Dairesi Başkanlığı

MIT Electric Vehicle Team, (2008). Electric Power trains Erişim adresi: [http://web.mit.edu/evt/summary\\_powertrains.pdf](http://web.mit.edu/evt/summary_powertrains.pdf) (Erişim Tarihi:07.06.2018)

Sezen B, İşler A. U. (2017), Elektrikli Araçların Mevcut Durumu, Tercih Edilme Ve Edilmeme Sebepleri, Turkish Journal of Marketing, C.:2 S.:2, syf. 82-103

Uçarol H. (2010), Hibrid Ve Elektrikli Araçlar, Bilim ve Teknik Dergisi,506, 50-51.

Ustaş A. (2014). Mikro ve Makro Etkileri Yönünden Elektrikli Otomobiller (Türkiye Ekonomisi Örneği). Marmara Üniversitesi İ.B.B Dergisi, XXXVI(I), syf. 269-291.

Simav, O (1993), Taşıtlarda fren enerjisinin geri kazanılması, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, İstanbul.

## AKILLI KENTLER ÜZERİNE BİR İNCELEME: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Seyed Amir MIRGHAEMİ\*

## ÖZ

21. yüzyılın ortasına doğru dünyadaki kentli nüfusun toplam nüfusun %66'sına ulaşması beklenmektedir. Bu yüksek oran ülkeleri akıllı kentlere sahip olma yolunda mecbur bırakmaktadır. Akıllı kent sınırlı kaynakların etkin kullanımını, verimlilik artışını, insan odaklı hizmet ve refahı ilke edinen bir olgudur. Türkiye'de ise akıllı kent kavramının önem kazandığı ve bazı çalışmaların başlatıldığı görülmektedir. Bu çalışmada, akıllı kentler ve Türkiye üzerine bir inceleme yapmak amaçlanmıştır. Bu bağlamda, akıllı kent kavramı, mimaride akıllı kent yaklaşımı ile dünyada ve Türkiye'de akıllı kent uygulamaları hakkında alanyazında kapsamlı bir araştırma yapılmıştır. Genel olarak, Türkiye'de akıllı kent uygulamalarının henüz bazı gelişmiş ülkeler seviyesine ulaşmadığı, ancak bu yönde çabaların gösterildiği anlaşılmıştır. Sonuç olarak, akıllı kent olgusunun Türkiye'de yaygınlık kazanması, hak ettiği değeri verilmesi ve daha organize ve yaygın çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akıllı kent, bilgi kenti, eko-kent, sürdürülebilir kent, yaşanabilir kent, Türkiye, yetenekli kent, zeki kent

Makale Gönderim Tarihi: 08.11.2019 ; Makale Kabul Tarihi : 10.12.2019 Makale Türü: Araştırma  
DOI: 10.20854/bujse.628495

\*İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı, İstanbul  
(seyedamirmirghaemi@yahoo.com)

## AN INVESTIGATION ON SMART CITIES: THE CASE OF TURKEY

Seyed Amir MIRGHAEMİ\*

**ABSTRACT**

By the mid of the 21st century, it is expected that the percentage of the urban population will be almost 66% of the total population in the world. This enormous rate to some extent makes the countries have smart cities. Smart-city is a contemporary phenomenon that adopts quality as principles of effective utilization of sources, increase in productivity, and human-centred service and welfare. In Turkey, In parallel, it is seen that the concept of smart city has gained importance, some initiatives have been actualized. In this study, we aimed to investigate the smart cities and Turkey. In this manner, a comprehensive survey in the literature was conducted on the concept of smart city, smart city approach in the architecture as well as the smart city application performed in Turkey. Overall, it was understood that the initiatives in the smart city application in Turkey could not level up with the benchmarks in some developed countries, despite the efforts were so promising. In conclusion, further well-organized and extensive studies should be made to value and increase the awareness of the smart city concept in Turkey.

**Keywords:** *Smart city, knowledge city, ecocity, sustainable city, livable city, Talented city, Turkey, intelligent city*

## 1. Giriş

Birleşmiş Milletler (BM) Habitat Raporu, 21. yüzyılın kentleşme aşısı olacağını ve kentlerde yaşayan nüfus oranının 2050 yılında %66'ya ulaşacağını bildirmektedir. Bu durum sınırlı kent kaynaklarının ve sosyal düzeninin daha etkin kullanımını ve yönetilmesini gerekli kılmaktadır. Bu sebeple, kentli nüfus artışı ile hızlı ve çarpık kentleşmenin yarattığı sorunlara çözüm üretmek için “akıllı kent”, “bilgi kenti”, “eko-kent”, “sürdürülebilir kent”, “yaşanabilir kent”, “yetenekli kent”, “yetenekli kent”, “dijital kent” ve “zeki kent” sıfatlarına haiz şehri tanımlayan yeni kentsel tasarım ve planlama tanımları ortaya çıkmıştır [1]. Kentli nüfus artışı ve hızlı kentleşmenin sebep olduğu sorunlar kamusal hizmetler ve altyapı kurulumunda (enerji, su, ulaşım, sağlık, eğitim ve güvenlik gibi) maliyet gibi önemli bir faktörü karşımıza çıkarmaktadır. Akıllı kent, bu sorunları aşabilmek için ihtiyaç duyulan teknolojik sistemlerin (özellikle gelişmiş bilgi teknolojilerinin) kullanıldığı şehirdir. Mimarlar ve kent planlamacıları akıllı kenti küresel ekonomik rekabeti sağlayacak kent altyapısının baştan yapılandırılmasına dönük mecburi teknolojik önlemlerin alınması olarak tanımlamaktadır [2]. Bu sayede, sürdürülebilir, öz kaynakların etkin kullanıldığı, düşük karbondioksit (CO<sub>2</sub>) salınımı olan, olumsuz çevresel etkilerin minimuma indirildiği ve kentli nüfusun yaşam seviyesinin iyileştirildiği mekânlar yaratılacak; bilgi tabanlı teknolojiler yoluyla toplanan gerçek zamanlı veriler analiz edilerek hizmet altyapıları etkin çalıştırılacak ve kentli nüfusun bilgi edinmesi ve planlama yapabilmesi mümkün olacaktır. Akıllı kent; yalnızca teknolojik olanakların kullanılması değil, aynı zamanda kişilerin yaşam kalitesini yükseltmek için ekonomik, insani ya da yasal kavramları öne çıkaran bir kavram olarak ele alınmalıdır. Akıllı Kent Kavramını Dünya ölçeğinde değerlendirdiğimizde, Seul, Paris, Barselona, Kopenhag, Stockholm, Londra ve Singapur'un akıllı şehir olma yolunda önemli adımlar attıkları görülmektedir. Akıllı kent olma yolunda öne çıkan projelerin telekomünikasyon olanaklarını kullanmak, akıllı aydınlatma ile enerji tasarrufu ve kentli nüfus ile kenti ziyaret eden kişilerin doğru ve güvenilir bilgi alabilecekleri kiosk ağı kurulumu olduğu görülmektedir. Tasarımcıları bu üç alanda teşvik eden sebepler bulunmaktadır. Örneğin, dünyada akıllı telefon kullanan kişi sayısı 5,11 milyardır. Milan kentinden akıllı aydınlatma sistemi ile enerji gideri %51,8 ve işçilik giderleri ise

%31 düşürülmüştür. Benzer şekilde, kentin akıllı kiosklar ile donatılması milyonlarca dolar yatırım maliyeti gerektirmemektedir. Dünyada akıllı kent teknolojileri piyasa payının 2028 yılı itibarıyla 263 milyar dolara yükseleceği öngörülmektedir [3]. Türkiye’de ise akıllı kent amaçlı çalışmalar sınırlı sayıda olup, yaygınlık kazanması ve akıllı kent uygulamalarına hak ettiği değerin verilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada, akıllı kent kavramı ile mimarlık ve kent planlaması bakımından yeri ve önemi hakkında bilgi vermek ve Türkiye’de durumunu incelemek amaçlanmıştır.

## 2. Akıllı Kenti Olgusunu Yaratan Temel Etkenler

Akıllı kent kavramını yaratan etmenlerin başında “sürdürülebilirlik” olgusu gelmektedir. Sürdürülebilirlik, ilk kez 1987 yılında yayımlanan BM Brundtland Raporunda: “iktisadi hayatla çevrenin uyumlu şekilde bütünleşmesi” olarak ifade edilmiştir. Sürdürülebilirlik, ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerin gezegenimizin kaldıramayacağı seviyenin altında dengede tutulması olarak ifade edilmektedir. Bu ifadenin özünde ise, tüketim toplumu olmak değil, evrensel dayanışma içinde olmak ve çevresel yönetim, toplumsal sorumluluklar ile iktisadi çözüm odaklı düşünmek bulunmaktadır [4]. Akıllı kent olgusunu yaratan temel etkenler Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Akıllı Kenti Olgusunu Yaratan Temel Etkenler [5]

Hızlı ve çarpık kentleşme kirlilik, ulaşım, sosyal ayrışma gibi önemli sorunların kaynağını oluşturmaktadır. Bu kaotik durum karşısında yegâne çözüm ise sürdürülebilir gelişme politikalarının kentleşme ile örtüştürülmesidir [5, 6]. Akıllı kent, çevre ile uyumlu bir ilişki içinde olmalıdır. Bir diğer ifadeyle, çevreye en az yük olan ve sosyal tabanı bulunan bir alandır [7]. Bu yaklaşımda kentsel gelişmenin etkilediği ve etkilendiği çevresel, sosyal ve ekonomik unsurların birbiriyle ilişkili biçimde kentin geleceği için katılımcı süreçlerle irdelemesi yatmaktadır [8].

Dünya üzerinde yaşamı ve kentleri şekillendiren mekanik modelin olumsuz sonuçlarının özellikle liberal ve neoliberal ekonomi politikaları ile yakın ilişkisi bulunmaktadır. Bu tür ekonomik modellerin dünya kaynaklarını savurganca kullanması, çevresel dengeyi göz ardı etmesi ve kirlenmesi gelecek kuşaklara yaşanabilir bir dünya bırakma fırsatını riske atmış ve önlemler alınmasını zaruri kılmıştır [9-11]. Çağımızın en güçlü kaynağı bilgidir. Gelişmiş toplumlar, bilgiyi elde etmek ve ulaşmak için çaba göstermekte, elde ettikten sonra değerlendirmeye ve faydalanmaya çalışmaktadır. Yoğun ve karmaşık bilgi trafiği ise, bilginin etkin ve güvenli kontrolünü, işlenmesini ve değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Gelişen bilgi teknolojileri sayesinde zamandan tasarruf sağlanmış, kaynak israfı azaltılmış ve tasarruf yolu açılmıştır. Bu anlamda akıllı kent, sürdürülebilir, daha yeşil, rekabetçi, yenilikçi ve yaşam kalitesinin düzenli artış gösterdiği bir alan oluşturabilmek için insanları bilgi teknolojileri yoluyla kente bağlamaktadır [12-15].

### 3. Mimaride Akıllı Kent Kavramı ve Tanımları

Mimaride enerji verimli, çevresel tasarım, yeşil, çevreye duyarlı, iklimsel veya çevre bilimle ilgili ifadeler olduğu görülmektedir. Bu bakış açısıyla kentsel tasarım aşamalarında, ekonomik ve çevresel açıdan (ömür boyu maliyetin, toprak kullanımının ve sert yüzey oluşumunun azaltılması) ile sosyal açıdan (düşük CO2 salınımı, kirlenici maddelerin çevresel etkilerinin azaltılması, hammadde-kaynak ve malmeme israfını düşürme, tehlikeli maddelerin kullanımından kaçınma, bina kullanışlılığı ve fonksiyonelliğini en üst düzeyde sağlama ve binaların kültürel değerlerini koruma) gibi bazı gereklilikler belirlenmiştir [16, 17]. Tarih boyunca kent kavramına olan bakış açısının gelişimde en büyük etken üretim biçimleri olmuştur. 'İdeal kent' yaklaşımları tarih boyunca çeşitlilik arz etmiş ve hayalî denilecek boyutlara ulaşmış, bu konuda yapılan çalışmalar sanayi devrimi ile birlikte daha da hız kazanmıştır. Literatürde birçok tanımlama yapılmış olmasına karşın herkesçe kabul edilmiş, standart bir "akıllı kent" tanımı bulunmamaktadır. Akıllı kent fiziksel, kurumsal ve sosyal altyapının bir sentezidir.

Bu tanımlamaların başlıcalarını şu şekilde sıralayabiliriz:

• Akıllı kent, bağımsız ve bilinçli vatandaşların varlıklarının ve faaliyetlerinin akıllı birleşimi üzerine inşa edilmiş; ileriye dönük ekonomiye, insan-

lara, yönetime, hareketliliğe, çevreye ve yaşama olumlu bakan kenttir [18];

• Akıllı kent, operasyonlarını daha iyi anlamak, kontrol etmek ve sınırlı kaynakların kullanımını optimize etmek için günümüzde birbirine bağlı tüm bilgileri en iyi şekilde kullanan kenttir [19];

• Akıllı kent, mevcut ve gelecekteki zorlukları çözmek ve heyecan verici yeni hizmetler yaratmak için her yerde bulunan iletişim ağlarının, yüksek düzeyde dağıtılan kablosuz sensör teknolojisinin ve akıllı yönetim sistemlerinin gücünü kullanan kenttir [20];

• Akıllı kent, yenedünya düzeni içerisinde vatandaşların hayatını iyileştirmek için geleneksel politikaların ve stratejilerin ötesine geçen, teknolojiyi toplumsal yaşamla bütünleştiren ve yaşam kalitesine çözüm öneren kenttir [21];

• Akıllı kent, sadece aşırı nüfusla değil, aynı zamanda ulaşım, kirlilik, sürdürülebilirlik, güvenlik, sağlık ve iş dünyası gibi toplumdaki en büyük güçlüklerle baş etmenin temel kavramıdır [22].

• Akıllı kent, teknoloji den ve sağladığı olanaklardan kentin sağlıklı gelişmesinde faydalanılan, zamanla kenti cazibe merkezi kılan ve teknolojik olanaklardan kent yönetimi, iş birimleri ve kentli nüfusun faydalandığı yerdir [23].

Akıllı kent kavramı oldukça yeni sayılabilecek bir olgudur. Akıllı kent kavramının hayata geçirilmesi, kentin kendine ait ve özgün politikaları, amaçları, hedefleri, ekonomik gücü ve işlem kapasitesine bağlı olarak değişik araçlarla gerçekleşmektedir. Akıllı kent kavramı yerine geçen Zeki Kent (Intelligent City), Bilgi Kenti (Knowledge City), Sürdürülebilir Kent (Sustainable City), Yetenekli Kent (Talented City), Kablolulu Kent (Wired City), Dijital Kent (Digital City) ve Eko-kent (Ecocity) gibi terimler de bulunmaktadır [24]. Akıllı kent yaklaşımına değinen kişiler ve temel görüşleri aşağıda sunulmaktadır:

• Howard'ın "Yarımlın Bahçe Kentleri" adlı çalışmasında dönemin aşırı ve hızlı kentleşmesine karşı bir cevap olarak ortaya koyduğu sağlıklı ve işlevsel kent yaklaşımıdır [25].

• Fonksiyonalist Garnier'in ideal bir sanayi kenti için çizimlerinde hidroelektrik santrali, otomobil üretimi, hava seyrüsefer, fotoğraf ve sinema,



yani çağın en son teknolojik gelişmeleri uzak görüşlülüğünün temel unsurunu oluşturmuştur [26].

- Fütürist hareket içinde yer alan Sant'Elia kenti tempolu bir makine olarak ele almış, sanayileşmiş, mekanikleşmiş, büyük gökdelenlerin, görkemli çok katlı yolların ve köprülerin bulunduğu alan olarak tasarlamıştır [27].

- Alman Bauhaus, hareketi geniş çaplı sanayi üretimi kavramı çerçevesinde makineler, iletişim araçları, hızlı ulaşım araçları, toplumun beklentileri ve istekleri doğrultusunda tasarlanmış kent planını ortaya çıkarmıştır [28].

- Le Corbusier, kentlerin modern endüstriyel yöntemleri dikkate alan ve makineler kadar düzgün ve kolay çalışan işlevsel kentler olması gerektiğini vurgulamıştır. 1922' yılında, kent alanını o dönemde devrim olarak kabul edilen, konut ve ofis kullanımını için gelik ve camla inşa edilmiş yüksek katlı gökdelenler grubu olarak tasarlamıştır [29].

- Gottman, ulaşım ve telekomünikasyon sistemlerinin yaygınlaşması sonucunda ortaya çıktığı iddia edilen birleşik süper kentleri işaret eden Megalopolis kavramını popülerleştirmiştir. Ayrıca daha sonra, İşlemsel Kentler fikrini ortaya atmıştır [30].

- 1980'li yıllarda kenti ağ yapılarla donatma düşüncesi, 'siyasal bölgeler', 'bilgi kentleri', 'akıllı kentler', 'dijital kentler', 'sanal kentler', 'kablolu kentler' ve diğer ilgili kavramların popülerleşmesine yol açmıştır. Söz konusu dönemde hızlı teknolojik değişimi bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) yaygınlaşmasını mümkün kılmış ve günlük yaşamın bir parçası haline getirmiştir. Özellikle, internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte 1990'ların ortalarında, birçok çalışmada, BİT'nin demokrasi ve kent yönetimlerinin önemli bir aracı olacağı fikri gelişmek için uygun ortamı bulmuştur [31].

#### 4. Akıllı Kent Oluşumunun Temel Gereksinimleri

Kalkınma Bakanlığı Türkiye Akıllı Kent Bölümü "Bilgi Toplumu Stratejisinin Yenilenmesi Projesi" belgesinde geçen Akıllı Kent oluşumu temel gereksinimlerini şu şekilde sıralamaktadır [32]:

- Güvenilir Teknoloji: Akıllı kent uygulamalarının da kullanılan teknolojinin altyapı yatırımlarında

güvenilirlik ve sağlamlık standartlarının minimum %99.997 olması;

- Teknoloji Yaşam Döngüsü: Geleneksel altyapı sistemlerinde (yolar gibi) teknoloji risklerinin, teknoloji değişim hızının ve yaşam döngüsünün değerlendirilmesi ve anlaşılması;

- Mevcut Platformla Uyumluluk: İleri yazılımlar ve donanımların ölçek ekonomisi ve kolay kullanım avantajlarından yararlanabilmek için kentteki diğer teknolojilerle uyumlu olmalarının sağlanması;

- Güvenlik: Güvenlik konularının kent yönetimi ve altyapı tedarikçileri tarafından çözümlenmiş olması.

Akıllı kent kavramının genel kabul edilmiş tek bir tanımı yapılamasa da, tüm akıllı kentlerde bulunması gereken altı unsur; "akıllı ekonomi", "akıllı ulaşım", "akıllı yönetim", "akıllı çevre", "akıllı yaşam" ve "akıllı vatandaş" boyutlarıdır. Bu boyutların göreceli önemleri kentlerin beklentilerine ve gereksinimlerine göre yer yer değişiklik gösterebilmektedir. Günümüzde hiç bir şehir %100 akıllı kent olarak tanımlanabilecek seviyeye erişmemiştir [33].

Akıllı kent uygulamalarında teknik altyapı gereksinimleri bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri ise; Dijital Erişim Kontrol Sistemleri (DEKS), Acil Durum Kurtarma ve Yedekleme Servisleri, Donanım / Yazılım Hatalarını Gözlemleme, Özel Sanal Ağlar ve Mekânsal adres kayıt sistemi (MAKS)'dir. Aynı zamanda, bu tür altyapılar sayesinde akıllı otobüs durakları, otoparklar, kavşaklar, öncelikli geçiş bölgeleri, kent aydınlatma sistemleri, uzaktan erişim sayaç takibi, akıllı çöp ve atık toplama, engeli kişiler için yönlendirme, sıcaklık-gürültü ve nem takibi, hasta, acil durum ve panik butonları, güvenlik ve interaktif kioskları örnekler olarak verilebilir [34].

#### 5. Akıllı Kentlere ve Uygulamalarına Örnekler

##### 5.1 Dünyadan Örnekler

Günümüzde gelişmiş ülkelerin tamamında akıllı kent olma yolunda ciddi adımlar atılmakta ve çeşitli projeler geliştirilip uygulanmaktadır. Dünyada genelinde Akıllı Kent uygulamalarının eko-teknolojiyi temel aldıkları görülmektedir.

Akıllı kent öğelerini taşıyan ve her biri kendi içinde farklılaşan kent modelleri ve stratejileri geliştirmiş başarılı yerleşimlerden en önemlilerini aşağıdaki şekilde sıralayabiliriz:

Paris, köklü kültürel ve toplumsal yapısı ile uyumlu olacak şekilde kendine özgü akıllı kent tanımını yapmıştır. Paris akıllı kent modeli, esas olarak sürdürülebilirliği ilke edinmiş, bunu gerçekleştirmek içinde bağlısı diğer kent ve açık kentler arasında kusursuz bir uyumu gerçekleştirmeyi hedeflemiştir [35].

Akıllı kent olmak yolunda ciddi gayretler gösteren Londra “Akıllı Londra Yönetim Kurulu” adlı bir konsey oluşturmuştur. Bu konseyin bağluları arasında akademik kişiler ve tüzel şirket temsilcileri vardır. Başarılı olmak için bu kişiler dışında alanlarında yetkin ve uzman teknoloji uzmanları, yatırımcılar ve politikacılar da sürece dâhil edilmiştir. Aynı zamanda, konsey vatandaşların katılımı ve desteklerine de önem ve değer vermektedir [36].

Barselona, “2015 Yılıının En Akıllı Kenti” seçilmiştir. Bunu başarmak için kent yönetiminin belirlediği on sekiz program vardır. Bu programlar; belediye ağını yenilemek, kentsel platform, akıllı veri eldesi, 4.nesil kablosuz telefon teknolojisi (4G) , kentsel akıllı aydınlatma sistemi kurulumu, kendine yeterli enerji üretme, binalar ve yapılarda verimli enerji kullanımı ve tasarrufu, akıllı su-park-ulaşım, sıfır emisyon, planlı kentsel dönüşüm, kentsel dayanıklılık, akıllı vatandaş, e-devlet uygulamalarının yaygınlaştırılması, bulut, cebimde Barselona, iyileştirilmiş atık toplama modelleridir [37].

Kopenhag’ın akıllı şehir geçmişi, 1971’de Danimarka hükümetinden miras kalan ekoloji dostu politikalarla başlamaktadır. Akıllı şehir kavramına geçiş, dünyada en iyi kentsel çevreyi yaratmayı hedefleyen “Eko-anakent - Kopenhag 2015 vizyonumuz” planıyla başlamıştır. Kopenhag’ın akıllı şehir olma yolunda attığı ilk adım budur; tüm şehir konseyi Eko-anakent planı için çalışmaya başlarken, 2010’ların sonunda “Akıllı Şehir” etiketi kullanılmaya başlanmıştır [38].

Seul 1990’lı yıllardan bu yana geniş bantlı internet ağını başarıyla kullanan bir kenttir. Seul Büyükşehir Yönetimi bu bağlamda başlattığı e-devlet programı ile resmi veri tabanlarının oluşturulmasında ve bu veri tabanlarına internet üzerinden erişim

için gerekli BIT altyapısının geliştirilmesine önem vermiştir. Akıllı Kent Seul’ de yapılan girişimlerin ekseriyeti kamu ve hizmetleri yönetimi (%33), turizm, kültür ve dinlenme (%12) alanlarıdır [39].

İskandinavya ve Avrupa’nın en gözde kentlerinden Stockholm akıllı şehir olma yolunda önemli adımlar atmaktadır. Dijital kent altyapısı ile sakinlerine ve dünya ülkelerinden gelen konuklarına akıllı ve dünyaya ağına bağlı olduğunu vurgulayan kent, sakinlerine e-hükümet hizmetlerini, iş dünyasına her türlü veri tabanı sunarak, stratejisini 2040 yılında dünyanın en akıllı kenti olarak duyurmuştur [40].

Pasifikte bir kent devleti olan Singapur, akıllı kent olmak için örgütlü ve stratejik bir yol haritasını adım adım hayata geçirmektedir. Singapur Cumhuriyeti Akıllı Toplum İnisiyatifi Bakanı Dr. Vivian Balakrishnan yaptığı konuşmasında, belirledikleri 5 hedef alanda (taşıma ve lojistik, akıllı kent ve belediyecilik hizmetleri, koruyucu ve kişiye özel sağlık hizmetleri, eğitim ve sınır güvenliği) akıllı toplum ve kent olmak için ileri dijital altyapı geliştirmeye öncelik verdiklerini ifade etmiştir [41].

## 5.2 Türkiye’den Örnekler

Türkiye, akıllı kentler bağlamında ilk bütüncü adımını 10. Kalkınma Planı ile atmıştır. Çalışmalar nihayetinde 2019-2022 Ulusal Akıllı Kentler Stratejisi ve Eylem Planı içinde somutlaşmıştır. Eylem Planı ile Türkiye’nin Akıllı Kent vizyonu, değerleri, stratejik amaçları ve hedefleri tanımlanmış olup, öncelikli eylemleri de tespit edilmiştir. Brookings Institute tarafından 2015 yılında yayımlanan ‘Global Metro Monitor’ a göre dünyanın en hızlı büyüyen anakentleri Çin, Türkiye ve Orta Doğu’dadır. Endekse göre, ilk on kent içinde Türkiye’den dört kent (İzmir, İstanbul, Bursa ve Ankara) yer almıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve diğer bazı kurum ve kuruluşların başta ulaştırma ile enerji alanlarında altyapıların ve şebekelerin kendini yönetebilmesi, şehir kaynaklarının etkin kullanımın sağlanması ve kentli nüfusa daha iyi hizmet sunulması gibi yürüttükleri ve hayata geçirdikleri projeleri bulunmaktadır. “Akıllı Kentler-Bulut Kent Bilgi Sistemi” projesi bilgi güvenliği ve paylaşımı, kentleşme profiline ortaya konulması, daha şeffaf mekânsal planlama, planlı ve etkili kentsel dönüşüm ile doğal afet ve kriz yönetimi altyapılarının oluşturulmasıyla dikkat çekmektedir [42].

Akıllı kentlere dönük KENTGES bilgi sistemlerini geliştiren, bütüncül kent formunu destekleyen, altyapı ve ulaşımda bilgi teknolojileri kullanımını yükselten bir çerçeve belgedir. Bir diğer akıllı kent aksiyonu olan ATLAS Uygulaması ile coğrafi verilerin web üzerinden çok boyutlu paylaşımı sağlanmıştır. Türkiye’de akıllı kentler ile ilgili yürütülen çalışmalar, sınırlı sayıda ve yetersizdir. Türkiye’de akıllı kent uygulamalarının ulaşım ve toplu taşıma, acil müdahale ve doğal afetler ile hava kalitesi takibi gibi konularda yoğunlaştığı, diğer taraftan akıllı bina, enerji, akıllı su gibi alanlarda çok az projenin bulunduğu görülmektedir. Bursa Büyükşehir Belediyesinde akıllı yaşam hizmetleri olarak trafik canlı yayını ve güvenlik kameraları, “İstanbul Akıllı Şehir Master Planı” çalışması kapsamında akıllı otopark ve ışıklandırma sistemleri, akıllı çöp toplama sistemleri, engellilere yönelik uygulamalar, evde bakım ve uzaktan sağlık uygulamaları; Coğrafi Bilgi Sistemi ve araç üzeri nesnelerin internetini birleştiren araç takip sistemi, atık yönetiminin yapıldığı Çevre Kontrol Merkezi, İstanbul Trafik Kontrol Merkezi, mobil trafik verilerinin paylaşıldığı İBB NAVI bazı akıllı kent uygulamalardır (Tablo 1) [42-44].

**Tablo 1.** Türkiye’de akıllı kent uygulamaları örnekleri [43].

TÜRKİYE’DE AKILLI KENT PROJELERİ					
Kent Adı	Proje Çerçevesi	Proje Kaynağı	Proje Durumu	Proje Aşamaları	Gelişim Durumu
Yalova	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Bilginin Paylaşımı, Verilerin Entegrasyonu	
Fatih	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Fatih Sentineli GIS ve sosyal hizmetler, Akıllı Kent projeleri uygulama grubu kurulmuştur	
Kadıköy	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Kadıköy Sentineli GIS ve sosyal hizmetler, Akıllı Kent projeleri uygulama grubu kurulmuştur	
Beşiktaş	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Beşiktaş Sentineli GIS ve sosyal hizmetler, Akıllı Kent projeleri uygulama grubu kurulmuştur	
Emir	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Emir in GIS ve sosyal hizmetler ile 3D haritalama ve sosyal hizmetler	
Ankara	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Ankara GIS ve sosyal hizmetler ile 3D haritalama ve sosyal hizmetler	
Bursa	Belediye, Akıllı Kent	Yerel Kaynaklar	Sıradadır	Bursa GIS ve sosyal hizmetler ile 3D haritalama ve sosyal hizmetler	

Türkiye’de bilinen ilk sistemli akıllı kent projesi (Akıllı KenTT), Türk Telekom ve Innova tarafından 2015 yılında Karaman-Konya’da hayata geçirilmiştir. 2013 yılı verilerine göre çoğunluğu genç kişilerin oluşturduğu toplam 180 bin nüfusu ile Karaman kentinde kiosklar kurulmuş ve kent bilgi sistemi ağı oluşturulmuştur. Bu projeden amaç, Karaman’ın akıllı kent uygulaması ile Türkiye’de diğer kentlere örnek olmasıdır (Şekil 2) [45].



**Şekil 2.** Karaman Kenti Akıllı KenTT Projesi [45].

## 6 Sonuç ve Öneriler

Akıllı kentler ve sistemleri mimarının insan mutluluğu ve esenliği için çözümler geliştirmeye çalıştığı çok önemli bir görevi olmuştur. Bu sebeple konu üzerinde yürütülen incelemelerin dünya ve insanlığın devamlılık mücadelesinin özgün yönünü ortaya koyduğu açık şekilde görülmektedir. Bir diğer ifadeyle, akıllı kent olgusu, insanoğlu ve çevrenin birlikte yaşamlarını sürdürme kaygısının ve refah toplumu yaratma düşününün çıkışının arka planıdır demek pek yanlış bir ifade olmayacaktır. Türkiye’de akıllı kent kavramının geliştirilmesi için geniş kapsamlı ulusal ve yerel politikaların seviyelerinin yükseltilmesinin gerekliliği görülmüştür. Bilgiye dayalı kent yönetiminin her aşamasında kentli nüfusun katılımının sağlanması akıllı kent olmanın ilk gerekliliklerindedir. Bu nedenle, Türkiye’de akıllı kent yaklaşımlarının ulaşım, toplu taşıma gibi alanlarda sürdürülmesine ek olarak, enerji, akıllı bina ve diğer sosyal kategorilere de yaygınlaştırılması gereklidir. Alanyazın araştırmamız, Türkiye’de gerçekleştirilen akıllı kent uygulamalarının geniş ölçekli olmadığı, belirli kentler ile sınırlı kaldığı ve ileriye götürülmesi için devlet, özel sektör, yerel yönetimler ve halk kesimlerinin geniş katılımlı mutabakatının sağlanması gerektiğini göstermiştir. Sonuç olarak, akıllı kent olgusunun Türkiye’de yaygınlık kazanması, hak ettiği değerin verilmesi ve daha organize ve yaygın çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1]URL-1 (2016), The World Bank Annual Report 2016, <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24985>, [Erişim Tarihi: 28 Eylül 2016].
- [2]CASTELLS, M., (1996). “The Rise of the Network Society (The Information Age: Economy, Society and Culture, Volume 1)”. Blackwell Publishers, Inc., MA, ABD.
- [3]URL-3 (1987), Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future, <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>.
- [4]ÖZMEHMET, E., 2005, “Sürdürülebilir mimarlık bağlamında Akdeniz iklim tipi için bir bina modeli önerisi”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İzmir, 216s.
- [5]SATTERTHWAITE, D., (1997), “Sustainable cities or cities that contribute to sustainable development”, Urban Studies, 34(10), 1667–1691.
- [6]YAZAR, K. H., (2009), “Sürdürülebilir Kent: Göstergeleri, Formu Ve Planlama Süreci”, XXI. Uluslararası Yapı ve Yaşam Kongresi, 20-21 Mart, Bursa.
- [7]PALABIYIK, H., (2005), “Sürdürülebilirlik ve Yerel Yönetimler”, Nobel Yayınları, Ankara.
- [8]KESKİN, E. B., (2012), “Sürdürülebilir Kent Kavramına Farklı Bir Bakış: Yavaş Şehirler (Cittaslow)”, Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi, 8(1), 81-99.
- [9]MARSHALL, G., (1999), “Sosyoloji Sözlüğü”, (Çeviren.: Osman A. ve Derya K.), Bilim ve Sanat Yayınları, Ankara.
- [10]ÇAHANTİMUR, A., TURGUT YILDIZ, H., (2008), “Sürdürülebilir kentsel gelişmeye sosyo-kültürel bir yaklaşım: Bursa örneği”, İTÜ Dergisi, 7(2), 3-13.
- [11]ALTUNTAŞ, A., (2012), “Sürdürülebilir Toplumlar ve Metropollerin Baskılarından Kurtulmak İçin Alternatif Bir Yol: Sürdürülebilir Kentler”, Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(17), 135-148.
- [12]YOMRALIOĞLU, T., (2009), “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar”, KTÜ Yayınları, Trabzon.
- [13]SATI, Z., ÖZEN, Z., KOÇOĞLU, F., KARTAL, E., EROL, Ç., (2012). “Yerel Yönetimlerde E-Devlet Uygulamaları: İstanbul İli ve Belediye Yönetimlerinde Kullanılan E-Devlet Hizmetlerinin Değerlendirilmesi”, VI. İstanbul Bilişim Kongresi, 07-08 Kasım, İstanbul.
- [14]BAKICI, T., ALMIRALL, E., WAREHAM, J., (2013), “A Smart City Initiative: the Case of Barcelona”, Journal of the Knowledge Economy, 2(1), 1–14.
- [15]VAROL, Ç., (2017), “Sürdürülebilir Gelişimde Akıllı Kent Yaklaşımı: Ankara’daki Belediyelerin Uygulamaları”, Çağdaş Yerel Yönetimler, 26(1), 43-58..
- [16]ARSAN, Z. D., (2008), “Türkiye’de Sürdürülebilir Mimari”, Mimarlık, 45, 21-30.
- [17]YANAR, N., (2017)“Mimari Tasarımda “Sürdürülebilirlik Ve Ekoloji” Anlayışının Konya Bağlamında İncelenmesi”, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Konya.

## KAYNAKLAR

- [18]GIFFINGER, R., FERTNER, C., KRAMAR, H., KALASEK, R., MILANOVIC, N., MEIJERS, E., (2007), “Smart cities - Ranking of European medium-sized cities”, ACE, 12, 7-26.
- [19]IBM (2011), IBM’s Smarter Cities Challenge: Philadelphia Summary Report, [https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fsmartercitieschallenge.org%2Fcity\\_philadelphia\\_pa.html](https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fsmartercitieschallenge.org%2Fcity_philadelphia_pa.html), [Erişim tarihi: 10 Nisan 2013].
- [20]CLARKE, R. Y. (2013), Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-generation Citizen Services., [http://www.cisco.com/web/strategy/docs/scc/ioe\\_citizen\\_svcs\\_white\\_paper\\_idc\\_2013.pdf](http://www.cisco.com/web/strategy/docs/scc/ioe_citizen_svcs_white_paper_idc_2013.pdf), [Erişim tarihi: 01 Nisan 2014].
- [21]SINGH, B., (2015). “Smart City - Smart Life: Dubai Expo 2020”, Middle East Journal of Business, 10, 49-52.
- [22]ABELLA, A., ORTIZ-de-URBINA-CRIADO, M., De PABLOS-HEREDERO, C., (2015), “Information reuse in smart cities’ ecosystems”, El Profesional de la Información, 4, 838.
- [23]GÜVENDİK, A. (2016) , “Akıllı Şehirler İçin Akıllı Teknolojiler”, Uluslararası Sürdürülebilir Yapılı Çevre Konferansı, 13-15 Ekim, İstanbul.
- [24]EUROPEAN PARLIMENT (2014), “Mapping Smart Cities in the EU”, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE\\_ET\(2014\)507480\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/etudes/join/2014/507480/IPOL-ITRE_ET(2014)507480_EN.pdf), [Erişim tarihi: 15 Ocak 2014].
- [25]ATEŞ, M., ERİNSEL ÖNDER, D. (2019), ““Akıllı Şehir’ Kavramı ve Dönüşen Anlamı Bağlamında Eleştiriler”, Megaron, 14(1), 41-50.
- [26]HALL, P., (2000), “Urban Renaissance/New Urbanism”, Journal of the American Planning Association, 66(4), 359-360.
- [27]HONOUR, H., FLEMING, J., (2005), “A World History of Art”, Laurence King Publishing, Londra.
- [28]ANGELIOUDOU, M., (2014), “Smart city policies: A spatial approach”, Cities, 41, 3–11.
- [29]DZIWIERZYNSKA, J., PROKOPSKA, A., (2017), “Urban Planning by Le Corbusier According to Praxeological Knowledge”, <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/95/5/052007/pdf>, [Erişim tarihi: 15 Ağustos 2017].
- [30]VICINO, T. J., HANLON, B., SHORT, J. R., (2007), “Megalopolis 50 Years On: The Transformation of a City Region”, International Journal of Urban and Regional Research, 31(2), 344-367
- [31]BATTY, M., AXHAUSEN, K. W., GIANNOTTI, F., POZDNOUKHOV, BAZZANI, A., WACHOWICS, M., OUZOUNIS, G., PORTUGALI, Y., (2012), “Smart cities of the future”. European Physical Journal Special Topics, 214(1), 481–518.
- [32]JULUSOY, M., 2017, “Akıllı Şehirler”, İstanbul Bilgi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- [33]KARADAĞ, T., 2013., “An Evaluation Of The Smart City Approach”, Middle East Technical University, Master of Science in City Planning Department, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

## KAYNAKLAR

- [34]ÇEVREVEŞEHİRCİLİKBAKANLIĞI,(2019),“AkıllıŞehirlerBeyazBülteni”,[https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/menu/isbak\\_akillisehirler\\_kitap\\_190409\\_digital\\_20190409\\_205455\\_20190410043635.pdf](https://webdosya.csb.gov.tr/db/cbs/menu/isbak_akillisehirler_kitap_190409_digital_20190409_205455_20190410043635.pdf), [Erişim tarihi: 04 Eylül 2019].
- [35]ATELIER, (2016), “From smart city to engaged city”, <https://atelier.bnpparibas/en/smart-city/article/smart-city-engaged-city>, [Erişim tarihi: Eylül 2016].
- [36]LONDONIST, (2013), “Smart Cities: The London Of The Future?”, <https://londonist.com/2013/03/smart-cities-the-london-of-the-future>, [Erişim tarihi: 07 Mart 2013].
- [37]INFO BARCELONA, (2019), “Smart city”, <https://www.barcelona.cat/infobarcelona/en/tema/smart-city>, [Erişim tarihi: 07 Şubat 2019].
- [38]CITIES DIGEST, (2017), “Smart City Copenhagen”, <https://www.citiesdigest.com/2017/06/07/smart-city-copenhagen/>, [Erişim tarihi: 07 Haziran 2017].
- [39]SEOUL DIGITAL FOUNDATION, (2018), “[https://oascities.org/wp-content/uploads/2018/01/Seoul-Smart-City-Initiatives-Cases-\\_Dr.-Jungwoo-Lee.pdf](https://oascities.org/wp-content/uploads/2018/01/Seoul-Smart-City-Initiatives-Cases-_Dr.-Jungwoo-Lee.pdf)”, [Erişim tarihi: Ocak 2018].
- [40]STOCKHOLMS STAD (2017), “Smart and Connected City1”, <https://international.stockholm.se/governance/smart-and-connected-city/>, [Erişim tarihi: Nisan 2017].
- [41].SMART NATION SINGAPORE. (2019). “Transforming Singapore Through Technology”, <https://www.smartnation.sg/>, [Erişim tarihi: Kasım 2017].
- [42]BENLİ, B., GEZER, M., (2017), “Akıllı Şehirlere Dönüşüm Yolunda Türkiye”, İTÜ Vakfı Dergisi, 77, 28-31.
- [43]ÖZDİL, S., (2017), “Şehirlerimiz Nasıl Akıllanır?”, İTÜ Vakfı Dergisi, 77, 20-22.
- [44]TEKİR, A., (2017), “Akıllı Şehirlere Yolculuğumuz İTÜ Vakfı Dergisi, 77, 23-27.
- [45]INNOVA, (2015), “ Turk Telekom and Innova launch Turkey’s first smart city project”, <https://www.innova.com.tr/en/about-us/news-from-innova/turk-telekom-and-innova-launch-turkeys-first-smart-city-project>, [Erişim tarihi: 03 Haziran 2015].

## YAYIN KURALLARI

Yazarlara Not: TÜBİTAK-ULAKBİM Fen Bilimler Veri Tabanı Komitesi, bu yayın kurallarına %100 uyulmasını istemektedir. Lütfen makaleleri bu kurallara uygun olarak hazırlayıp gönderiniz.

1. Beypkent Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, yılda İKİ kez (altı ayda bir) yayınlanır.

2. Hakemli ve özgün çalışmaları amaçlayan bir dergidir. Makalelerin, hakem değerlendirilmesine girmek üzere, yayın kurulu sekreterliğine yazar adı, e-postası, cep /telefonu ile gönderilmesi gerekmektedir. Yazarlar makalelerinde hakemlerin de değerlendirmelerinde dikkate alacağı aşağıdaki kriterleri de gözden uzak tutmamalıdır:

a. Makalelerindeki eksenini, dayandığı temel kri, ikincil kaynak incelemesi ve bunlara göre yeniliği, Fen ve Mühendislik Bilimleri ve uygulama alanına katkısını,

b. Araştırmalarının makalenin ana eksenine katkısını, hipotez ve metodolojisi, istatistiksel analiz tekniğinin yeterliliğini,

c. Makalenin mantıksal bütünlüğü ve kendilerini tatmin edip etmediğini,

d. Makalenin başlığa uygunluğu ve anahtar kelimelerin makaleyi yansıtabilmesini,

e. İyi kalitede bir model, şekil, tablo vb. ile öğretime katkı seviyesini değerlendirmelidirler. Ampirik çalışmalara öncelik tanınacağı makalelerin yayınlanabilmesi için, yazılar:

3.1. Metin, çift aralıklı ve 12 puntoyla Microsoft Word (6.0 ve üstü) yazım programında Times New Roman karakterinde yazılacak ve internet/Web ortamında veya CD olarak ve 3 kopya “hard copy”/ çoğaltılmış olarak gönderilecektir.

3.2. Makalelerin 20 sayfa (A4 boyutlu ve 2 aralıklı) geçmemesi gerekmektedir. Yazılar ve şekiller sayfaya soldan 3,5 cm, alt/üst ve sağdan 2,5 cm boşluk bırakacak şekilde konumlandırılmalıdır.

3.3. Atı ar, dip notlarda değil, metin içinde ve parantezle (soyad, yıl: sayfa) verilecektir. 3.4. Açıklama notları numaralandırılarak ilgili sayfa altında yazılacaktır.

3.5. Tablolar numaralandırılıp tablo üstünde, şekiller şekil altında (atıf varsa, tablo ve şekil altında, kullanım izni referansı ile birlikte), denklemler yaygın bilinirlikte ve açıklamalı olarak gösterilecektir.

3.6. Makale sonunda atı arla gönderme yapılan kaynakçaya ( soyad, ad, eser “makaleler tırnak içinde”, yayın yeri, yayınlayan, yıl, -dergiler: sayı, ay, yıl ve sayfa baş ve sonu-) yer verilecektir. Sanal ortam atı arı, güncel olarak tarih ve saati ile verilecektir.

3.7. Makalelerin başlık ve yazar isminin altında, 200 kelimeyi geçmeyen hem Türkçe hem İngilizce özetlerle (katkı ve sonuç içerikli) 3-5 anahtar kelimeye yer verilecektir.

3.8. Makalelerin Özet, Giriş, Yöntem/Yaklaşım, Gelişme, Bulgular, Sonuç, Uygulamaya Katkısı ve Kaynakça bölümlerinden oluşmasına özen gösterilmesi beklenir.

3.9. Yazar/ların ismi makalenin altında yer almalı, unvanı ve çalıştığı kurum, birinci sayfada yıldızlı dip not olarak gösterilmelidir.



## YAYIN KURALLARI

3.10. Yayın, danışma ve hakem kurullarında görev alanlar, kendi makalelerinin görüşmelerine ve hakem görevlendirmelerine katılamazlar.

3.11. Yayını uygun görülen makaleler yayın sırasına konur. Gönderilen makaleler ve düzeltme talepleri sonrasında da yayını uygun görülmeyen yazılar iade edilmez ve yazarına gerekçesiyle bildirilir.

3.12. Makalelerin bilimsel ve diğer hususlara ilişkin sorumluluğu yazar/larına aittir. Bir başkasından yararlanan şekil, resim ve tablo alıntılarında, ilgili yazar/yayıncıdan izin yazısı alınmalı ve makale ekinde sunulmalıdır.

3.13. Her sayıdaki hakem isimleri ve raporları beş yıl süreyle arşivlenecektir.

3.14. Yazar/lar, yayınlanması halinde, tüm telif haklarını Beykent Üniversitesine devrettiklerini belirten aşağıdaki belgeyi de makaleleriyle birlikte göndermelidir: Bu belgenin imzalanıp gönderilmemesi halinde, bu haklarını, Beykent Üniversitesi'ne otomatik olarak devrettikleri anlamına gelir.





## İLETİŞİM

Beykent Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Cihangir Mahallesi, Sıraselviler Caddesi No:65,  
Beyoğlu/İstanbul

Tel: 0212 444 1997 dâhili: 5056 - 5187 - 5188 Faks: 0212 867 51 72

bahaddins@beykent.edu.tr

lisansustu@beykent.edu.tr















# BEYKENT ÜNİVERSİTESİ

## **Ayazağa-Maslak Yerleşkesi**

Ayazağa - Sarıyer / İST. Faks: 0212 289 64 90

## **Beylikdüzü Yerleşkesi**

Beykent - Büyükçekmece / İST. Faks: 0212 872 28 30

## **Hadımköy Yerleşkesi**

Akçaburgaz Mevkii - Esenyurt/İST

## **Taksim Yerleşkesi**

Sıraselviler - Beyoğlu / İST. Faks: 0212 243 02 78

## **Beykent Üniversitesi Çağrı Merkezi**

beykent.edu.tr - info@beykent.edu.tr

**444 1997**