



Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi

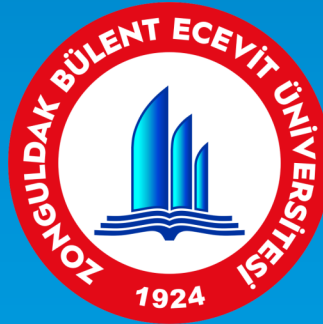
2025

1

Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety

Cilt/Volume 9 . Sayı/Number 1 . Nisan/April 2025

e-ISSN: 2636-7602



Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi / Zonguldak Bülent Ecevit University

KARAEMLAS İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ DERGİSİ
KARAEMLAS JOURNAL OF OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY

Sahibi / Owner

(Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Adına / On Behalf of Zonguldak Bülent Ecevit University)
İsmail Hakkı ÖZÖLÇER - Rektör /Rector

Editör / Editor

Ahmet Ferda ÇAKMAK

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü / General Publication Manager

İbrahim Müjdat BAŞARAN

Yayın Kurulu / Editorial Board:

Ajita RATTANI	University of North Texas	İbrahim Müjdat BAŞARAN	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Alaaddin ÇAKIR	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Mustafa KÜÇÜKİSLAMOĞLU	Sakarya Üniversitesi
Amani WAHEED	Suez Canal University	Nadi BAKIRCI	Acıbadem Mehmet Ali Aydınlar Üniversitesi
Andisheh BAKHSHI	University of the West of Scotland	Nejat DEMİRCAN	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Ayşe Semra DEMİR AKCA	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Nurka PRANJIC	University of Tuzla
Bülent MERTOĞLU	Marmara Üniversitesi	Osman Alparslan ERGÖR	Dokuz Eylül Üniversitesi
Ceyda ŞAHAN	Dokuz Eylül Üniversitesi	Öznur YAVAN TEMİZKAN	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Çiğdem ÇAĞLAYAN	Kocaeli Üniversitesi	Rıdvan BALDIK	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Emin KAHYA	Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	Sait Muharrem SAY	Çukurova Üniversitesi
Esra EMERCE	Gazi Üniversitesi	Sefa KOCABAŞ	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Evangelia NENA	Democritus University of Thrace	Sevim ÇELİK	Bartın Üniversitesi
F. Ebru OFLUOĞLU DEMİR	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Sibel KIRAN	Koç Üniversitesi
Güldeniz KARADENİZ ÇAKMAK	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi	Tülay ÇİVİCİ	Balıkesir Üniversitesi
Hakan BAYDUR	Celâl Bayar Üniversitesi	Taner ERDOĞAN	Kocaeli Üniversitesi

Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi tarafından online olarak iş sağlığı ve güvenliği biliminin farklı alanlarında yapılan çalışmaların duyurulması ve kamu oyu ile paylaşarak tartışmaya açılmasına yönelik olarak yayınlanan, farklı üniversitelerdeki öğretim üyelerinden oluşmuş Hakem Kuruluna sahip, uluslararası, akademik, hakemli ve süreli bir yayındır. Bu dergide öne sürülen görüş ve düşünceler makale yazarlarına aittir. Yılda üç kez yayınlanır (Nisan, Ağustos, Aralık). Makalelerin benzerlik oranları işleme alınmaktadır. Derginin tüm hakları saklıdır, dergi adı belirtilmeden alıntı yapılamaz. Makale gönderimi ve yazım kurallarına <http://dergipark.org.tr/kisgd> adresinden ulaşılabilir.

Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety is published online by Zonguldak Bülent Ecevit University in order to announce and discuss the studies done in different fields of occupational health and safety science. This journal is an academic, peer-reviewed, and periodical publication, board of referees made up of faculty members from different universities. The opinions and thoughts put forward in this journal belong to the article authors. Published three times per year (April, August, December). The similarity rates of the articles are processed. All rights of the magazine are reserved, it can not be quoted unless the magazine name is given. Article submission and editorial rules are available at <http://dergipark.org.tr/kisgd>

Dergi Yazışma Adresi / Correspondance Address

Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, Farabi Kampüsü, Sosyal Bilimler Enstitüsü,
Karaelmas İş Sağlığı ve Güvenliği Dergisi Editörlüğü 67100 ZONGULDAK

Tel: 0372 291 1642

Eposta / Email: kisgd@beun.edu.tr

Ağ Adresi / Web: <http://dergipark.org.tr/kisgd>



Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi

**Karaelmas İş Sağlığı ve
Güvenliği Dergisi**

**Karaelmas Journal of
Occupational Health and Safety**

Cilt/Volume 9 . Sayı/Number 1 . Nisan/April 2024

e-ISSN: 2636-7602



<https://dergipark.org.tr/kisgd>



İÇİNDEKİLER / CONTENTS

ÖZGÜN ARAŞTIRMALAR / ORIGINAL RESEARCHS

Sayfa

- **Belediye Otobüsü Yangınları ve Otobüs Şoförlerinin Yangın Güvenliği Bilgisinin Değerlendirilmesi**
Municipal Bus Fires and Evaluation of Bus Drivers' Fire Safety Knowledge
Zehra YILDIZ, Halil Ersagun BOZGAÇ 1-9
- **Arama ve Kurtarma Operasyonlarında Kullanılan Ekipmanların Afet Türüne Göre Atanması**
The Assignment of Equipment Used in Search and Rescue Operations According to Disaster Types
Mustafa BEĞİK, Emel GÜVEN, Tamer EREN 11-31
- **Prediction of Natural Radiation (UV) Protection in Industrial Safety Helmets Depending on Color Factor Using Fuzzy Logic**
Renk Faktörüne Bağlı Olarak Endüstriyel Güvenlik Baretlerinde Doğal Radyasyon (UV) Korumasının Bulanık Mantık ile Tahmini
Murat KODALOĞLU 33-40



Belediye Otobüsü Yangınları ve Otobüs Şoförlerinin Yangın Güvenliği Bilgisinin Değerlendirilmesi

Municipal Bus Fires and Evaluation of Bus Drivers' Fire Safety Knowledge

Zehra YILDIZ , Halil Ersagun BOZGAÇ 

ÖZET

Bu çalışmada, Türkiye’de her gün yolcu taşımacılığının büyük bir kısmının yapıldığı şehir içi belediye ulaşım hizmetlerinde görevli otobüs şoförlerinin iş sağlığı ve güvenliği yönünden çalışma koşulları incelenmiş ve otobüslerde oluşabilecek yangın ile yangın güvenliği konusunda otobüs şoförlerinin bilgi düzeyleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu kapsamda çalışmada, belediye şehir içi otobüs işletmesinde yolcu taşımacılığı yapan otobüs şoförlerine iş sağlığı ve güvenliği ile yangın güvenliği konularında bir anket uygulanmıştır. Yoğun ve vardiyalı çalışan otobüs şoförlerinin çoğunluğunun ilk yardım, iş sağlığı ve güvenliği, mesleki eğitim ve yangın ile ilgili eğitimleri aldığı belirlenmiştir. Otobüs şoförlerinin %24’ü otobüs yangını ile karşılaştığını belirtmiştir. Otobüs yangınlarında kimsenin ölmediği ancak yaralanma vakalarının olduğu belirtilmiştir. Şoförlerin %33,3’ü otobüste meydana gelen yangınlara müdahale ettiğini ve müdahaleyi ilk önce yangın söndürme tüpü ile yaptıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca şoförlerinin %76’sı otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yaptığını bildirmiştir. Yangınlar çoğunlukla otobüslerin motor bölümü, elektrik aksamı ve tekerlek yuvasında çıkmıştır. Yangının çıkan çıktığı otobüslerin dizel yakıtla çalıştığı, otobüslerin yarısının yaşının 15 yıl ve üstü olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yangın çıkan otobüslerin yarısının periyodik bakımının yapılmadığı tespit edilmiştir. Otobüslerdeki yangın risklerini azaltmak için A.I.T.M ve UNECE yönetmeliklerine göre otobüslerde gerekli yalıtım ve bakımlar yapılmalıdır. Şoförlerin tamamının ilgili eğitimleri eksiksiz almaları gereklidir.

Anahtar Kelimeler: İş Sağlığı, Otobüs, Yangın, Otobüs Yangını

ABSTRACT

In this study, the working conditions of bus drivers working in urban municipal transport services, by which a large part of passenger transport is carried out every day in Turkey, were examined in terms of occupational health and safety and the level of knowledge of bus drivers about fire and fire safety that may occur in buses was tried to be determined. In this context, a questionnaire on occupational health and safety and fire safety was applied to bus drivers who transport passengers in the municipal city bus operation. 24% of bus drivers stated that they had experienced a bus fire. It was stated that no one died in bus fires but there were cases of injuries. 33.3% of the drivers stated that they responded to the fires that occurred on the bus and that they first intervened in them with a fire extinguisher. In addition, 76% of the drivers reported that they checked the fire extinguishers on the buses. The fires mostly started in the engine compartment, electrical parts and wheel wells of the buses. It was found that the buses that caught fire were running on diesel fuel and half of the buses were 15 years old or older. It was also found that half of the buses that caught fire were not periodically maintained. In order to reduce fire risks in buses, buses must be insulated and maintained according to the A.I.T.M and UNECE regulations. All drivers must receive the relevant trainings in full.

Keywords: Occupational Health, Bus, Fire, Bus Fire

Zehra YILDIZ | zyildiz@tarsus.edu.tr
Tarsus Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Mersin, Türkiye
Tarsus University, Faculty of Engineering, Mersin, Türkiye

Halil Ersagun BOZGAÇ | halilersagun@gmail.com
Tarsus Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Mersin, Türkiye
Tarsus University, Graduate School of Education, Mersin, Türkiye

Received/Geliş Tarihi : 22.04.2024
Accepted/Kabul Tarihi: 21.01.2025

I. GİRİŞ

Otobüsler toplu taşıma araçları olup, güvenilir, ekonomik ve yaygın kullanılan ulaşım hizmeti sunar ancak şehir içi veya şehirlerarası taşımacılıkta tercih edilen otobüslerde son zamanlarda meydana gelen yangınlar, otobüs taşımacılığına olan güveni zedelemektedir. Otobüs yangınlarının çoğunun başlamadan söndürülmesine rağmen bazı yangınlarda otobüsün tamamen kullanılamaz hâle geldiği daha kötüsü ölümlü vakaların yaşanabildiği bilinmektedir. Otobüs yangınlarında yolcu sayısının fazlalığı, donanımlarda kullanılan malzemelerin yanıcı olması, otobüsün seyir hâlinde olması, yangına müdahalede gecikilmesi ya da müdahalenin zor olması gibi sebepler yangın riskini artırmaktadır. Yangın, yanıcı madde, yanabilme aralığında oksijen miktarı ve yanıcı maddenin tutuşmasını sağlayacak kadar ısının bir araya gelmesi ile başlayan kontrol edilemeyen zincirleme yanma tepkimesidir. Bütün araçlarda yanıcı madde olarak yakıt ve yalıtım malzemeleri, kablolar ve plastik parçalar gibi malzemeler bulunmaktadır. Atmosferde ve motor çevresinde yeterli oksijen bulunduğu için ortamda hava-yakıt karışımını tutuşturmaya yetecek kadar bir kıvılcımın olması yangın olayını başlatır. Otobüslerde, benzinli araçlarda buji gibi tutuşturmalı veya dizel motorlarda sıkıştırma gibi ısı kaynakları ve bu kaynaklara yakın bölgede yüksek basınç altında çalışan büyük miktarlarda dizel, hidrolik, plastik malzemeler ve elektrik tesisatları bir arada bulunmaktadır. Araçlarda yanma için gereken üç unsur olan yanıcı madde, oksijen ve ısı yan yana bulunmakta ve yanma üçgeni kolaylıkla oluşmaktadır. Yangınları söndürmek için üçgenin sadece bir köşesini devreden çıkarmak yeterli olabilirken araç yangınlarında motorun karmaşık yapısı sebebiyle yeniden tutuşma veya yeniden parlama olasılığı bulunması nedeniyle üç unsurun hepsini aynı anda ortadan kaldıracak bir yangın söndürme sistemi gereklidir. Yangınlar genellikle araçların motor bölümünde başlayıp,

kısa bir sürede yayılmaktadır. Bu tür araç yangınları özellikle motordan kaynaklı olduğu için taşınabilir bir söndürücü ile yangına müdahale yetersizdir. Yangın riskini ortadan kaldırmak veya en aza indirmek için araçlarda insan etkileşimi, araç konumu ve araç faaliyetinden bağımsız olarak harekete geçecek aktif ve hızlı yangın söndürme sistemleri bulunmalıdır [1].

Araç yangınları çoğunlukla motor ya da elektrik kaynaklı olarak meydana gelmektedir. Tutuşma kaynağı önlenirse genelde araç yangınları da önlenabilir. Taşıt elektrik devresinde gerçekleşen kısa devre, farların ve lastiklerin aşırı ısınması, dikkatsizce düşürülen sigara, motorun ateşleme sisteminde ve egzoz gazında çarpışma veya sürtünmeden dolayı oluşan kıvılcımlar, yangının meydana gelmesine sebep olan tutuşma kaynaklarıdır. Otobüslerde öncelikle yangının meydana gelmemesi için gerekli tüm önlemler alınmalıdır. Otobüslerde yangın güvenlik önlemlerinin alınması ve uygulanması yangın durumunda kaçmanın daha zor olduğu uçak, yüksek hızlı tren ve gemi gibi yangın riskinin ve insan yükünün fazla olduğu taşıtlardan daha kolaydır. Otobüslerde pasif yangın güvenlik önlemleri, otobüslerde kullanılan malzemeler, elektrik aksamı, motor, tekerlek, far gibi fabrikadan çıkıştaki özelliklerinin düzenlenmesi ile ilgilidir. Aktif yangın güvenlik önlemleri ise erken safha da yangını fark ederek yayılmasını engelleyen yangın algılama ve söndürme sistemleridir [2, 3].

Dünyanın farklı ülkelerinde farklı standartlar uygulanmaktadır. Otobüslerde yangın algılama ile otomatik yangın söndürme sistemlerinin kurulması birçok ülkede zorunludur. Araç yangınlarının tüm yangınlar içerisindeki payı % 14.3 olup en fazla araç yangını yaşanan ilk beş ülke Fransa (%18.1), İsveç (%18), Finlandiya (%16.3), ABD (%16.1) ve Danimarka (%14.1)'dir (4). Araç yangınları incelendiği zaman %68 binek otomobillerde, %18 yolcu araçlarında, %8 yük araçlarında ve %6 diğer araçlarda yangın meydana

na geldiği belirlenmiştir [5]. Dünyadaki toplam yangınların %1 otobüs yangınlarıdır [6, 7]. Son yıllarda ülkemizde otobüs yangınlarının sayısı artmıştır. Türkiye’de birçoğu hafif hasarlarla atlatılan yılda yaklaşık 350 otobüs yangını yaşanmaktadır [6, 8].

Otobüslerde alınması gereken yangın güvenlik önlemleri hem ulusal hem de uluslararası yönetmeliklerde otobüs türüne göre değişmektedir. Otobüslerde alınması gereken yangın güvenlik önlemleri araçların imal, tadil ve montajı hakkında yönetmelik (A.İ.T.M) ve Türkiye’nin de taraf olduğu Birleşmiş Milletler Avrupa Ekonomik Komisyonu (UNECE) yönetmelikleri ve tebliğleri ile düzenlenmektedir [9]. UNECE ilk yönetmeliği 107 numaralı yönetmelik olup, motor ve otobüsün diğer kapalı bölmelerine yangın/duman detektörü bulunma zorunluluğu olacak şekilde değiştirilmiş ve duman/yangın algılama sistemleri için daha sonra yeni koşullar getirilmiştir. 118 numaralı yönetmeliğe elektrik kabloları ve yalıtım malzemelerini ilave edilerek yeniden düzenlenmiştir. Ayrıca 118 numaralı yönetmeliğe yatay ve dikey yanma test esasları ve bu testlerin uygulanması hakkında bir kısım ilave edilerek genişletilmiştir. 2016 yılında 106 sayılı ve Ek-107 sayılı UNECE yönetmelik de şehir içi ve şehirlerarası yolcu otobüslerinin motor bölümlerinde yangın söndürme sistemleri için dört ayrı yangın testi belirlenmiştir. UNECE yönetmeliklerine göre otobüsler farklı sınıflarla tanımlanmakta ve yangın önlemleri bu sınıflara göre belirlenmektedir. Sürücü dışında 22 kişiyi taşıyan şehir içi belediye otobüsleri, turist otobüsleri ve şehirlerarası otobüsler M2 ve M3 kategorisinde yer almaktadır. 11 Temmuz 2018 tarihinden itibaren M2 veya M3 kategorisindeki genellikle yolcu otobüsü olarak bilinen, sabit koltuklu sadece yolcu taşınması için tasarlanmış Sınıf III tipi şehir içi ve şehirlerarası yolcu otobüslerine yangın söndürme sistemlerinin eklenmesi zorunluluğu getirilmiştir [3].

Otobüslerde yangın güvenliğini sağlamak için yangın riskleri belirlenmeli, risklerin analiz edilip değerlendirilmesi yapılmalıdır. Özellikle otobüs şoförlerinin, otobüs yangını meydana geldiği zaman yangına müdahale, yolcuları kurtarak yolcuları yanan otobüsten ve bölümlerden tahliye edip yolcu güvenliğini sağlamaları için gerekli eğitimler verilmelidir. Ayrıca yangın ve yangın güvenliği hakkında bilgi seviyeleri ölçülmelidir. Bu sebeple, bu çalışmada belediye otobüs şoförlerinin iş sağlığı ve güvenliği ile yangın güvenlik bilgi düzeyi anket ile belirlenip değerlendirilmiştir.

II.YÖNTEM

Bu çalışma, bir ilçeye bağlı şehir içi otobüs terminal işletmesinde yolcu taşımacılığı yapan 50 otobüs şoförü ile gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, otobüs şoförlerinin demografik bilgileri, iş sağlığı ve güvenliği, oluşan ya da oluşabilecek yangınlarla ilgili 34 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Çalışmaya 18 yaş üstü erkek, bedence sağlam ve dayanıklı olan, göz, el ve ayaklarını eş güdümlle kullanabilen, görme ve işitme duyularında sorun olmayan, belli bir anda birçok şeyi algılayabilen, uyarıcılara hemen tepki verebilen, soğukkanlı, refleksleri güçlü, renkleri ayırt edebilen, psikolojik rahatsızlığı bulunmayan, akşam ya da gece yolculuk yapabilen, uyku düzensizliğine ve uykusuzluğa dayanıklı olan şoförler dâhil edilmiştir. Bu çalışmanın yapılması için Tarsus Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulu’ndan 22/02/2024 tarih ve 2024/15 sayılı kararı ile etik onayı alınmıştır.

III.TARTIŞMA VE BULGULAR

Şehir içi toplu taşıma, taşıma kapasitesinin fazla olması, ulaşım ağının geniş ve ucuz olmasından dolayı gün içerisinde yaygın ve yoğun olarak kullanılmaktadır. Bu taşıma faaliyetlerinde görev alan otobüs şoförleri, her türlü coğrafi ve iklim koşullarında, hat planına uygun olarak görev ya-

pan personellerdir. Şoförlerin görev başında performansları olumsuz etkileyebilecek, kaza ya da meslek rahatsızlıklarına yol açabilecek bazı risk faktörleri vardır. Bu risk faktörleri insanın fiziksel özellikleri, zihinsel durumu ve fiziksel çalışma koşullarının etkisi ile ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada yer alan şehirlerarası otobüs şoförlerine ait demografik veriler Tablo 1’de ve çalışma koşullarına ait veriler ise Tablo 2’de verilmiştir. Şoförlerin %94’ü 25 yaşın üzerinde olup %62 si evli, %48’i ilkokul ve ortaokul mezunudur.

Tablo 1: Otobüs şoförlerine ait demografik özellikler

Değişkenler		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
Yaş (Yıl)	≥25	3	6,0
	26-35	13	26,0
	36-45	20	40,0
	<45	14	28,0
Eğitim Seviyesi	İlkokul	7	14,0
	Ortaokul	17	34,0
	Lise	17	34,0
	Önlisans	9	18,0
Medeni Durum	Evli	31	62,0
	Bekâr	15	30,0
	Boşanmış	4	8,0

Tablo 2’de verilen otobüs şoförlerinin çalışma koşulları ile ilgili verilerden görüldüğü gibi şehir içi otobüs şoförlerinin %82’sinin vardiyalı çalıştığı görülmektedir. Ayrıca şoförlerin tatil günlerinde veya günün çeşitli saatlerinde çalışmaları gerekebilmektedir. Otobüs şoförlerinin %94’ü haftanın 7 günü çalışmaktadır. Bununla birlikte otobüs şoförlerinin %96’sı günlük 7-9 saat, %4’ü günlük 9 saatten fazla ve %76’sının da haftada 45 saatten fazla çalıştığını belirlenmiştir. Otobüs şoförlerinin çalışma sürelerinin ilgili mevzuat hükümlerine aykırı olduğu görülmektedir. Kazaların meydana gelmesinde, uzun çalışma süresinin etkisi önemlidir. İsveç, İngiltere ve Almanya’daki ulusal iş kazası istatistikleri incelendiğinde 8 saatin üzerindeki çalışma sürelerinde kaza riskinin üstel olarak arttığı görülmüştür. Ayrıca 8 saatin üzerinde 12 saat gibi çalışma süreleri içeren

vardiyalı çalışma sisteminde kaza riskinin 8 saat çalışma sistemine oranla iki kat arttığı belirlenmiştir [10].

Tablo 2: Otobüs Otobüs şoförlerinin çalışma koşulları

Değişkenler		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
Sahip olunan ehliyet sınıfı	D Sınıfı	3	6,0
	E Sınıfı	47	94,0
Otobüs şoförü olarak çalışma yılı	0-4 yıl	13	26,0
	5-9 yıl	19	38,0
	10-14 yıl	9	18,0
	15-19 yıl	6	12,0
	≤20 yıl	3	6,0
Haftalık çalışma süresi (gün)	1	0	0,0
	2	0	0,0
	3	1	2,0
	4	0	0,0
	5	0	0,0
	6	2	4,0
Günde çalışma süresi (sa)	7	47	94,0
	>4	0	0,0
	4-6	0	0,0
Haftada ortalama çalışma süresi (sa)	7-9	48	96,0
	<9	2	4,0
Vardiyalı çalışma durumu	>25	1	2,0
	26-35	0	0,0
	36-45	11	22,0
	<45	38	76,0
Vardiyalı çalışma durumu	Evet	41	82,0
	Hayır	9	18,0

Tablo 3’de görüldüğü gibi çalışmaya katılan otobüs şoförlerin tamamının SRC belgesi bulunmaktadır. SRC belgesi, Ulaştırma Bakanlığı tarafından ehliyeti olan ve gerekli şartları sağlamış olan kişilere üçer aylık dönemlerde yapılan sınavlarla verilen ticari araç kullanımı için gerekli belgedir. Büyükşehir belediye sınırları içinde yolcu taşımacılığı yapan şoförler için karayolu taşımacılığı yönetmenliğine göre SRC mesleki yeterlilik belgesi zorunludur [11]. Tablo 3’te görüldüğü gibi otobüs şoförlerin %86’sının işle ilgili mesleki eğitim aldığı, bunun yanı sıra otobüs şoförlerinin %88’inin daha önce iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir eğitim aldığı da belirlenmiştir. Ayrıca otobüs şoförlerinin %52’sinin ilk yardım konusunda eğitim aldığı belirlenmiştir. 15.05.2013 tarihli ve 28648 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Çalışanların İş Sağlığı ve Güvenliği Eğitimleri-

nin Usul ve Esasları Hakkında Yönetmelik kapsamında tüm otobüs şoförlerinin iş sağlığı ve güvenliği eğitimi alması yasal bir zorunluluktur [11].

Tablo 3: Otobüs şoförlerinin mesleki deneyimleri ve mesleki belgelerine ait veriler

Değişkenler		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
SRC belge sahipliği	Evet	50	100,0
	Hayır	0	0,0
Takograf sürücü kartı sahipliği	Evet	38	76,0
	Hayır	12	24,0
İşle ilgili mesleki eğitim alınma durumu	Evet	43	86,0
	Hayır	7	14,0
Daha önce iş sağlığı ve güvenliği ile ilgili bir eğitim alınma durumu	Evet	44	88,0
	Hayır	6	12,0
Daha önce ilkyardım ile ilgili bir eğitim alınma durumu	Evet	26	52,0
	Hayır	24	48,0

Tablo 4'te görüldüğü üzere otobüs şoförlerinin %44'ü otobüs sürerken trafik kazası yapmadığını belirtmiştir. Şoförlerin %32'sinin bir defa kaza yaptığı, %20'sinin 2 defa kaza yaptığı ve %4'ünün 3 defa kaza yaptığını belirlenmiştir. Trafik kazalarının %48'inde sadece maddi hasar, %4'ünde yaralanma ve maddi hasar, %4'ünde ölüm, yaralanma ve maddi hasar meydana geldiği bildirilmiştir. Kazaların sebepleri incelendiğinde %4'ü aşırı hız, %26'sı dikkatsizlik, %8'i yol koşulları, %8'i hava koşulları ve %8'i karşı taraf kaynaklı kazalar meydana geldiği görülmüştür. Üç ya da daha fazla kazaya karışmış olan profesyonel sürücülerde trafiğe ilişkin sürücülük yetenekleri açısından özellikle anlama ve değerlendirme, dikkat, konsantrasyon ve stres altında tepki kalitesi ve hızı açısından sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Hız yapma davranışı, trafik kanunları çerçevesinde belirlenen hız limitleri üzerinde ya da hız limitinin olmadığı ancak yapılmaması gereken seviyede hız yapılmasıdır. Birçok ülkede trafik kazalarındaki ölüm vakalarının üçte biri aşırı ve gereksiz hızdır. Ortalama hızdan %5 artış, tüm yaralanmalı kazaların %10 ve tüm ölümlü kazaların ise %20 artmasına yol açmaktadır [12]. Otobüs şoförleri-

nin %98'inin işe başlamadan önce sağlık muayenesi olduğu ve şoförlerin %92'sinin de düzenli aralıklarla sağlık muayenesi yapıldığı tespit edilmiştir. Ayrıca %26'sında otobüs şoförü olarak çalışmaya başladıktan sonra bir hekim tarafından tanı konmuş bir hastalığı bulunmaktadır. Tanısı konulan bu hastalıklar, astım (3 hasta) ve KOAH (2 hasta), Hepatit B (3 hasta), hipertansiyon (4 hasta), kalp rahatsızlığı (4 hasta) ve mide rahatsızlığıdır (1 hasta). Otobüs şoförlüğü stresli bir meslek olduğundan dolayı diğer mesleklerle göre meslek hastalığı görülme sıklığı daha fazladır. Şoförlerin vardiyalı çalışması uyku problemlerine, sürekli oturularak monoton çalışmaları ise mesleki kas iskelet sistemi hastalıklarına, sinir hastalıklarına, mide ve sindirim sorunları gibi rahatsızlıklara yol açmaktadır [13].

Tablo 4: Otobüs şoförlerinin meslekte trafik kazası geçirme durumları ve sağlık durumları

Değişkenler		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
Otobüs şoförü olarak çalışırken yapılan trafik kazası sayısı	Hayır	22	44,0
	1 defa	16	32,0
	2 defa	10	20,0
	3 defa	2	4,0
	3'den fazla	0	0,0
Trafik kazası sonuçları	Sadece maddi hasar	24	48,0
	Yaralanma ve maddi hasar	2	4,0
	Ölüm, yaralanma ve maddi hasar	2	4,0
	Diğer	0	0,0
Trafik kazasının nedenleri	Aşırı hız	2	4,0
	Hatalı sollama	0	0,0
	Uykusuzluk	0	0,0
	Dikkatsizlik	13	26,0
	Teknik arıza	1	2,0
	Yol koşulları	4	8,0
	Hava Şartları	4	8,0
	Diğer (Karşı taraf suçlu)	4	8,0

İşe başlamadan önce sağlık muayenesi yapılma durumu	Evet	49	98,0
	Hayır	1	2,0
Düzenli aralıklarla sağlık muayenesinin yapılma durumu	Evet	46	92,0
	Hayır	4	8,0
Otobüs şoförü olarak çalışmaya başladıktan sonra bir hekim tarafından tanı konmuş hastalık olma durumu	Evet	13	26,0
	Hayır	37	74,0

Tablo 5'teki çalışma otobüs şoförlerinin alkol ve sigara kullanımlarına ait veriler gösterilmiştir. Çalışmaya katılan şoförlerin %68'nin sigara kullandığı, %12'sinin kullanmadığı ve %20'sinin sigarayı bıraktığı belirlenmiştir. Çalışmaya katılan otobüs şoförlerin %16'sının alkol kullandığı, %78'inin kullanmadığı ve %6'sının alkolü bıraktığı tespit edilmiştir. Trafik kazalarının en önemli sebeplerinden biri alkollü araç kullanımıdır. Trafik kazaların %40'ında ve ölümlü trafik kazalarının %49'unda alkol alımının sorumlu olduğu görülmüştür [14]. Vücutta %0.5 oranındaki alkol bile reaksiyon becerisini azaltmaktadır. Şoförler deneyimli olsa dahi alkol bireyin kendine güvenini artırır, düşünme gücünü, konsantrasyonunu, reflekslerini kullanmaz duruma getirerek kişiyi tehlikeye sokar. Şoförlerin hayatını kaybettiği trafik kazalarının %50-55'inde kişinin kanındaki alkol oranının %1-4 seviyelerinde olduğu tespit edilmiştir [12].

Tablo 5: Otobüs şoförlerinin alkol ve sigara kullanımları

Değişkenler		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
Sigara kullanımı	Evet	34	68,0
	Hayır	6	12,0
	Bıraktım	10	20,0
Alkol kullanımı	Evet	8	16,0
	Hayır	39	78,0
	Bıraktım	3	6,0

Tablo 6'daki çalışmada otobüs şoförlerinin belediyede çalıştığı dönemde karşılaştığı otobüs yangını durumuna ait veriler yer almaktadır. Çıkan otobüs yangını sonucunda

herhangi bir ölüm ya da yaralanma meydana gelmemiştir. Otobüs şoförlerinin %24'ü otobüs yangını ile karşılaştığını belirtmiştir. Yangın çıkan otobüslerin yarısının yaşı 15 yıl ve üstü olduğu, diğer yarısının ise yaşının bilinmediği belirtilmiştir. Yangın çıkan otobüslerin tamamı dizel yakıtla çalışmaktadır. Ayrıca yangın çıkan otobüslerin yarısının periyodik bakımının yapılmadığı tespit edilmiştir. Araç periyodik bakımlarının eksiksiz ve zamanında yapılmaması otobüs kazasının nedenlerinin başında gelmektedir. Araç periyodik bakımları, araç üreticisinin belirlediği periyotlarda ve yetkili servislerde veya eğitim almış ve yetkilendirilmiş personel tarafından yapılmalıdır.

Otobüs yangınlarının %75'inin yaz mevsiminde, %25'inin sonbahar mevsiminde meydana geldiği saptanmıştır. Hava sıcaklıklarının arttığı ve tatil sebebiyle trafik yoğunluğunun fazla olduğu yaz aylarında araç yangınları daha fazla gerçekleşmektedir (15). Dizel yakıtlı otobüslerde yangının yaz döneminde görülmesinin en büyük nedenlerinin başında, otobüsün periyodik bakımının düzenli yapılması ve mazot boru tertibatının yıpranması sonucu mazot kaçağının olması gelmektedir. Dolayısıyla bu kaçağın motorun üzerine damlayarak özellikle yaz aylarında motor ve egzoz sıcaklığını daha da yükseltebileceği düşünülmektedir. Bakımsızlık veya orijinal mazot borusu yerine su hortumu veya şeffaf hortum gibi düzeneklerin takılması diğer etken faktörlerdir.

Yangın çıkan belediye otobüslerinin %66,7'sinde yangın otobüsün motor bölümünde meydana gelmiştir. Yapılan çalışmalarda otobüslerde yangınların %59 ile en fazla motor bölgesinde meydana geldiği belirtilmiştir [2]. Motor bölümünde conta ve bağlantı elemanlarının yıpranmasıyla sızdırmazlığın sağlanamadığı, uygun olmayan yakıtların aşındırıcı etkisine maruz kaldığı durumlarda yakıt veya yağ sızması yangına sebep olabiliyor. Motor bölümünde alev-duman algılama sistemi ve otomatik söndürme sisteminin

olması olası yangınları engellemede çok önemlidir. Çalışmada belediye otobüslerinde çıkan yangınların diğer nedenleri ise elektrik ve tekerlek yuvası olarak belirtilmiştir. Şehir içi belediye araçları kısa mesafelerde daha fazla sefer yapmakta araç dinlenmeden tekrar yolculuğa çıkarıldığı için tekerleklerde ısınma olabilmekte ve tekerlek yuvasında yangın çıkabilmektedir. Ayrıca otobüs lastiklerinin hava basıncı düşük ve tekerlek hasarlı ise tekerleğin ısınması sonucu yangın çıkabileceği için lastiklerin hava basıncının düzenli olarak kontrol edilmesi gereklidir [16].

Çalışmadaki otobüs şoförlerinin %33,3'ü yangına müdahale ederken %66,7'si müdahale etmemiştir. Yangına müdahale edenlerin %75'i yangın söndürücü ile müdahale ederken %25'i itfaiyenin gelmesini beklediğini söylemiştir. Çalışmadaki otobüs şoförlerinin %70'i daha önceden yangın söndürme konusunda bir eğitim aldıkları saptanmıştır. Bunun yanı sıra otobüs şoförlerinin %56'sı her yıl, %24'ü altı ayda bir periyodik olarak otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yaptığını bildirmişlerdir. Otobüs yangınına içinde bulunan yangın söndürücüler veya çevrede bulunanlar tarafından müdahale edilmediğinde araç tamamen yanmaktadır. İtfaiyenin olay yerine ulaşması, yolun yangın nedeniyle kapanması veya itfaiyenin uzak olması nedeniyle gecikmektedir. Yanan araç, trafiği kapatır ve itfaiye yakın olsa bile olay yerine yaklaşamaz. Otobüs yangınlarına müdahale edebilmesi için otobüslerde en az 6 kg bir yangın söndürücü bulundurulması gerekir. Ayrıca ister şehir içi isterse şehirlerarası olsun her şoföre bu yangın tüplerinin kullanımı ve yangına nasıl müdahale edilmesi gerektiği hakkında eğitim verilmelidir. Otobüslerdeki yangın söndürme sistemleri, motorun büyüklüğüne, kullanılacak söndürücünün özelliklerine ve seçilen sistemin aktivasyon şekline göre tasarlanır. Yangın söndürme sistemleri, sağlam, titreşimlere dayanıklı, farklı iklim koşullarından etkilenmeyen ve özellikle insan faktörü ne olursa olsun tüm

şartlarda çalışabilen sistemler olmalıdır. Yangının erken söndürülmesi ve hasarın az olması, söndürücünün doğru seçimi ve uygun tasarımı ile doğru orantılıdır. Bir yangının söndürme sistemi tarafından algılanması güvenilir olmalıdır. Bu sistem hatalı çalışmamalı ve aynı zamanda bir yangın durumunda hızla devreye girmelidir [6].

Şoförler yangını fark ettiği anda panik yaratmadan yolcuların otobüsten düzenli ve hızlı bir şekilde inmesini sağlamalıdır. Eğer yangın tüm otobüse yayılmamışsa şoför yangın söndürme tüpü ile otobüsü söndürmeye çalışabilir. Motor bölümünde yangın çıktığı zaman oksijen girişi ile geri tepme olayının olmaması için kaput çok az açılarak yangına müdahale edilmelidir. Otobüs tavanına yükselen yanıcı gazlar oksijenle buluşunca tutuşup aniden hızlıca yanabileceği için otobüsten uzakta durulmalıdır [16].

Tablo 6: Otobüs şoförlerinin karşılaştığı otobüs yangınları ve yangına müdahale durumları

		Katılımcılar	
		Sayı (n:50)	Yüzde (%)
Değişkenler			
Belediye'de çalıştığınız dönemde otobüs yangını ile karşılaşma durumu	Evet	12	24,0
	Hayır	38	76,0
Yangın çıkan otobüsün yaşı	>10 yıl	0	0,0
	≤10 yıl	6	50,0
	Bilinmiyor	6	50,0
Yangın çıkan otobüsün yakıt türü	Benzinli	0	0,0
	Dizel	12	100,0
	Elektrikli	0	0,0
	LPG ya da Doğalgaz	0	0,0
Yangın çıkan otobüsün periyodik bakımı yapılma durumu	Evet	6	50,0
	Hayır	0	0,0
	Bilmiyorum	6	50,0
Otobüs yangınının olduğu mevsim	İlkbahar	0	0,0
	Yaz	9	75,0
	Sonbahar	3	25,0
	Kış	0	0,0
Yangına müdahale etme durumu	Evet	4	33,3
	Hayır	8	66,7
Yangına müdahale etme yöntemi	Yangın söndürücü	9	75,0
	Su	0	0,0
	İtfaiyenin gelmesini bekledim	3	25,0

Otobüste çıkan yangın öncelikle aracın hangi bölümündedir?	Yolcu bölümünde	0	0,0
	Motor bölümünde	8	66,7
	Tekerlek Yuvasında	1	8,3
	Elektrik aksamında	3	25,0
Yangın sonucunda ölen ya da yaralanan var mıydı?	Evet	0	0,0
	Hayır	12	100,0
Daha önceden yangın söndürme konusunda herhangi bir eğitim aldınız mı?	Evet	35	70,0
	Hayır	15	30,0
Otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yapıyor musunuz?	Evet	38	76,0
	Hayır	2	4,0
	Bilmiyorum	10	20,0
	Hayır	10	20,0
Ne sıklıkla otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yapıyorsunuz?	0-6 ay	12	24,0
	Her yıl	28	56,0

IV. SONUÇ

Bu çalışmada görülmüştür ki otobüs şoförleri, vardiyalı ve yoğun çalışma koşullarında ulaşım hizmeti vermektedirler. Otobüs şoförlerinin büyük çoğunluğunun işle ilgili mesleki eğitimi ve iş sağlığı ve güvenliği eğitimi aldığı, şoförlerin yaklaşık yarısının ilk yardım ve %70'inin yangın söndürme konusunda bir eğitim aldığı belirlenmiştir. Otobüs şoförlerinin %24'ü otobüs yangını ile karşılaştığını ve %33,3'ü de yangına müdahale ettiğini belirtmiştir. Yangına müdahale eden şoförlerin %75'i yangın söndürücü ile müdahale ederken %25'i itfaiyenin gelmesini beklediğini söylemiştir. Ayrıca otobüs şoförlerinin %76'sı otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yaptığını bildirmiştir. Otobüs şoförlerinin %56'sı her yıl, %24'ü altı ayda bir periyodik olarak otobüslerdeki yangın söndürücülerin kontrolünü yaptığını bildirmiştir. Yangın çıkan otobüslerin yarısının yaşı 15 yıl ve üstü olduğu, diğer yarısının ise yaşının bilinmediği belirtilmiştir. Yangın çıkan otobüslerin yarısının periyodik bakımının yapılmadığı tespit edilmiştir. Belediye otobüslerinde çıkan 12 yangının 8'i otobüsün motor bölümünde, 3'ü elektrik aksamında ve biri tekerlek yuvasında meydana gelmiştir. Otobüs yangınlarının %75'i

yaz mevsiminde ve %25'i sonbahar mevsiminde meydana gelmiştir. Otobüs yangınlarında ölen ya da yaralanan olmazken maddi hasar meydana gelmiştir. Otobüslerdeki yangın sayısını azaltmak için yalıtımdan bakıma ve şoförlerin eğitimine kadar gerekli yangın güvenlik önlemlerinin alınması gereklidir. Otobüslerin periyodik bakımı yapılmalı ve sistemleri test edilmelidir. Şoförlerin tamamının yangın riskleri ve yangının söndürülmesi konusunda eğitim alması gereklidir. Yangın tehlikesi durumunda elektrik sistemini kolay ve kısa sürede otomatik olarak kesebilen sistemler olmalıdır. Araçta yangının meydana geldiği motor bölmesi otomatik yangın söndürme sistemi ile korunmalıdır. Yolcu çıkış kapılarına içeriden bir kuvvet uygulandığında dışarı doğru otomatik açılmalıdır. Kullanılan bütün kablolar ve polimer malzemeler yangına dirençli ve halojenden arındırılmış olmalıdır. Polimer malzemelerin ömrünü artırmak ve tutuşmasını engellemek için motor bölmesindeki ve diğer riskli yerlerdeki sıcak yüzeyler yalıtılmalıdır. Manuel müdahale için köpük veya kimyasal kuru toz ile doldurulmuş en az iki yangın söndürücü olmalıdır. Bunlardan biri sürücü koltuğunun yanında diğeri ise arka tarafta olmalıdır. Her otobüs, Araç Muayene İstasyonu'nda her yıl muayene edilmeli, motor bölmesi ve diğer kısımlar görsel ve fiziksel olarak en az altı saat incelenmeli, her parça kontrol edilmeli, risk değerlendirmesi yapılmalı ve tutanak hazırlanmalıdır. Tedbirler yetersiz ise araç seferden alınmalıdır. Belirtilen bu önlemler alınarak otobüs yangınları önenebilir, yangın riski minimuma indirilebilir.

YAZAR KATKILARI: Araştırmaya ilişkin verilerin toplanması, analiz edilmesi, araştırma konusunun ve yönteminin belirlenmesi yazarların ortak çalışması ile gerçekleştirilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, makalede araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan eder.

FINANSAL DESTEK: Bu çalışmada herhangi bir kişi, kurum veya kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

ETİK KOMİTE ONAYI: Bu çalışmanın yapılması için Tarsus Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etiği Kurulu'ndan 22/02/2024 tarih ve 2024/15 sayılı kararı ile etik onayı alınmıştır .

KAYNAKÇA

- [1] Anonim, Fogmaker riskinizi azaltıyor. Yangın kontrolü sizde kalsın, *Ta'ryanlar* vol. 3-4, 2021, pp. 32-34.
- [2] A. Kılıç, Otobüs Yangınları: Sebepler ve Önlemler, *Mühendis ve Makina Güncel*, 2019
- [3] A. Kılıç, Otobüslerin Yangın Güvenliği, *TÜYAK Yangın Mühendisliği Dergisi*, No. 10, 2019, pp. 30-35
- [4] N.N. Brushlinsky, M. Ahrens, S.V. Sokolov ve P. Wagner, National committees CTIF of Russia, Germany, USA, *World Fire Statistics*, Report 25, 2020.
- [5] NFPA 556, Guide on Methods for Evaluating Fire Hazard to Occupants of Passenger Road Vehicles, 2010.
- [6] A. Kılıç, Kara Taşıtları Yangınları, *Yangın ve Güvenlik Dergisi*, No. 34, 1997, pp.8-10.
- [7] E. Bakırcı, B. Karatop ve S. Bayındır, Yangın Stratejilerinin Oluşturulması İçin İstatistik Veri Türlerinin Türkiye (İstanbul İli Örneğinde) ve Seçilmiş Ülkeler ile Karşılaştırılması, *Doğ Afet Çev Derg.*, vol. 5, no. 2, 2021, pp. 272-280,
- [8] Topical Fire Report Series, Highway Vehicle Fires (2014-2016), 19:2, 2018.
- [9] R. Karadeniz, Şehirlerarası Otobüs Yangınlarında Can ve Mal Kayıpları Önlenmeli, *Mühendis ve Makina Güncel*, 2019
- [10] N. Yıldız, F. G. Gedikli ve B. Küçükbiçer, Vardiyalı Çalışmalarda İş Sağlığı ve Güvenliği Konuları, Ankara: Türkiye İşçi Sendikaları Konfederasyonu, 2012
- [11] Resmi Gazete, Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığı, Karayolu Taşıma Yönetmeliği, 8 Ocak 2018
- [12] F.N. Başayar, Kara Yolu Yolcu Taşımacılığında İş Sağlığı Ve Güvenliği, Çalışma Ve Sosyal Güvenlik Bakanlığı İş Sağlığı Ve Güvenliği Genel Müdürlüğü, İş Sağlığı ve Güvenliği Uzmanlık Tezi, Ankara, 2014
- [13] M. Öçal ve A. Korkmaz, Otobüs Şoförlerinin Çalışma Koşulları Üzerine Bir Araştırma, *Çalışma ve Toplum*, no.3, 2019, pp. 1823-1852
- [14] S. Küçük, Adli Tıp Kurumu Ankara Grup Başkanlığı Trafik İhtisas Dairesi'ne Kusur Durumu Tespiti İstemiyle Gönderilen Ölümlü Araç Kazalarında Sürücü Kusur Durumları Ve Sürücülerin Sosyodemografik Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi, Disiplinler Arası Adli Bilimler Anabilim Dalı Doktora Tezi, Türkiye Cumhuriyeti Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2014.
- [15] Z. Yıldız ve E. Köse,. Motorlu Araç Yangınları Üzerine Bir İnceleme. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, no. 19, 2020, pp. 119-126.
- [16] Anonim, Dikkat yangın var mı?, *Ta'ryanlar*, vol. 1-2, 2012, pp. 46-50.



Arama ve Kurtarma Operasyonlarında Kullanılan Ekipmanların Afet Türüne Göre Atanması

The Assignment of Equipment Used in Search and Rescue Operations According to Disaster Types

Mustafa BEĞİK , Tamer EREN , Emel GÜVEN 

ÖZET

Afetler doğal yapısı gereği aniden meydana gelmektedir. Afetler etkilediği toplumların kendi imkân ve çabaları ile baş edemeyeceği büyüklüktedir. Bu nedenle ulusal veya uluslararası faaliyet gösteren ve bu amaçla oluşturulmuş destek ekiplerine ihtiyaç duyulmaktadır. Afet yönetiminde arama kurtarma faaliyetleri kritik bir öneme sahiptir. Arama kurtarma faaliyetlerinde zamanla yarışılmaktadır. Afet gerçekleştikten sonra afet yerine en uygun arama kurtarma ekibi yönlendirilerek kurtarma çalışmaları başlatılmaktadır. Bu aşamada ekiplerin kullanmış olduğu ekipmanların tam ve yeterli olması zararların ortadan kaldırılması veya en aza indirilmesi için önem arz etmektedir. Ekipmanların olmaması veya eksik olması durumunda arama kurtarma faaliyetleri yavaşlamakta veya tamamen durabilmektedir. Bu çalışmada arama kurtarma operasyonlarında kullanılan ekipmanların eksikliği durumunda veya yetersiz gelmesi halinde bölgedeki organize sanayi bölgesinde hangi işletmelerde bulunduğu da dikkate alınarak, gerekli olan ekipmanların afet türüne göre atanması problemi ele alınmıştır. Çalışmamızda AFAD ve çeşitli sivil toplum kuruluşlarında faaliyet gösteren arama kurtarma ekiplerindeki uzmanlar ile belirlenmiş olan ekipmanlar tespit edilmiş ve bu ekipmanlara olan ihtiyaç durumları için 14 farklı senaryo oluşturulmuş ve bu senaryolar için atama yapılmıştır. Matematiksel modellerin çözümü için IBM ILOG optimizasyon programı kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Afet yönetimi, Arama Kurtarma Ekipmanları, Ekipman Atama

ABSTRACT

Disasters occur suddenly due to their natural nature. Disasters are of such magnitude that the affected communities cannot cope with their own means and efforts. Therefore, support teams that operate nationally or internationally and are established for this purpose are needed. Search and rescue activities are of critical importance in disaster management. Time is a race in search and rescue activities. After the disaster occurs, the most suitable search and rescue team is directed to the disaster site and rescue operations are initiated. At this stage, it is important that the equipment used by the teams is complete and sufficient in order to eliminate or minimize the damages. In the absence or deficiency of equipment, search and rescue activities slow down or stop completely. In this study, the problem of assigning the necessary equipment according to the type of disaster is addressed by taking into account which enterprises are located in the organized industrial zone in the region in case of deficiency or insufficiency of the equipment used in search and rescue operations. In our study, the equipment determined by the experts in the search and rescue teams operating in AFAD and various non-governmental organizations was determined and 14 different scenarios were created for the need for these equipment and assignments were made for these scenarios. IBM ILOG optimization program was used to solve the mathematical models.

Keywords: Disaster management, Search and Rescue Equipment, Equipment Assignment

1. Mustafa BEĞİK | mustafa_begik2013@hotmail.com

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye
Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Kırıkkale, Türkiye

2. Tamer EREN | tamereren@gmail.com | Sorumlu Yazar/Corresponding Author

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye
Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Kırıkkale, Türkiye

3. Emel GÜVEN | emel-gvn@hotmail.com

Kırıkkale Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Kırıkkale, Türkiye
Kırıkkale University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Kırıkkale, Türkiye

Received/Geliş Tarihi : 31.12.2024

Accepted/Kabul Tarihi: 19.02.2025

Bu çalışma Prof. Dr. Tamer EREN danışmanlığında Mustafa BEĞİK tarafından yazılmakta olan “Afet Müdahalesinde Arama ve Kurtarma Operasyonlarında Kullanılan Ekipmanların Değerlendirilmesi” başlıklı yüksek lisans tezinden türetilmiştir.”

I. GİRİŞ

Afet kavramı ile ilgili birçok tanımlama yapılmıştır. Türkiye Cumhuriyeti'nde afetlerden afet yönetiminden sorumlu olan Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD)'ın kendi sitesinde yer verdiği açıklamada 'Afet: Toplumun tümünde veya bir kısmında, sosyal kayıpların yanında fiziksel ve ekonomik kayıplarda oluşturan, hayatın normal seyrini ve insanların günlük işleyişini aksatan veya yapılamaz hale getiren, afetin gerçekleştiği toplumun mücadeleye edemediği veya mücadele etmede yetersiz kaldığı, doğal afetler veya insan kaynaklı büyük sanayi ve teknolojik kaynaklı durumlardır' olarak belirtmiştir. 'Afet durum olmayıp, bu durumun ortaya çıkardığı etki ve sonuçtur.' şeklinde tanımlanmıştır [1].

Türkiye'nin yeryüzü şekilleri olarak yükseltisi fazla olan bir topografik yapıya ve yağışların bazı bölgelerde yoğun olduğu bir meteorolojik yapıya sahip olduğu için doğal afetlerin sık sık yaşandığı bir ülkedir [2].

Afetler meydana getirdiği zararlar incelendiğinde, birinci sırada %55'lik bir oran ile depremler yer almaktadır. Heyelan afeti %21, su baskını %8, kaya düşmesi %7, çığ %2 ve %7'lik oranla diğer afetler takip etmektedir [3].

Afetler gerçekleştiği yerde toplumun tümünü veya belli bir kısmını etkileyen, hayatın olağan akışını kesintiye uğratan veya tamamen durduran olaylardır [4]. Herhangi bir olayın afet sayılabilmesi için bazı kriterlerin oluşması gerekmektedir. Bir olaya afet diyebilmek için en önemli kriterler insanların yaralanması veya ölmesi, malların zarara uğraması olarak görülmüştür [5]. Büyük olayların afet sayılması için önemli bir başka kriter de yerel imkânlarla baş edilemeyen ulusal ya da uluslararası yardım gerektiren ve ani gelişen olaylardır [6].

Herhangi bir afet gerçekleştiğinde, önceden yapılan

planlar uygulanarak zararların en aza indirilmesi için hızlı ve etkili bir müdahale yapılır [7]. Bu noktada afet yönetimi süreçleri yürütülmektedir. Afet yönetiminde özellikle hazırlık aşamasında riskleri belirleyip bunlara göre hazırlık yaparken, sadece tek bir afet düşünülerek değil gerekirse bir afetin başka bir afeti ortaya çıkardığı veya aynı anda başka afetlerinde olabileceği düşünülerek hazırlık yapılmalı ve riskler ortadan kaldırılarak planlama yapılmalıdır. Yani bütüncül bir afet yönetimi gerçekleştirmek gerekir. Afet yönetimi ise sadece afet öncesi riskli/duyarlı bölgelerin tespiti ya da afet sonrası kriz yönetimi şeklinde olmamalıdır. Afet yönetimi birden çok durumu ele alan disiplinlerin toplamıdır. Çalışmaların temelini afet yönetimi süreci oluşturmaktadır [8].

Afet yönetimi süreci, dirençli toplumlar oluşturmak ve afet sonrasında ise zararlarını ve etkilerini en aza indirme çalışmalarının tamamını içerir [9]. Afetler meydana geldikten sonra etkilerini azaltmak ve normal yaşam şartlarına dönebilmek için öncesinde yapılan risk analizi ve zarar azaltma, hazırlık ile afet sonrasında ise müdahale ve iyileştirme normalleşme aşamalarını kapsamaktadır [10]. Afet yönetimi sürecinde ilk aşama risk ve zarar azaltmadır. Bu aşamada önceki afetlerden edilen bilgiler ışığında risk değerlendirmeleri yapılarak, oluşabilecek riskler için haritalar oluşturulur [11].

Risk ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale, iyileştirme aşamaları olmak üzere tüm evreler bir bütün şeklinde düşünülmeli ve buna göre aksiyon alınmalıdır. Çünkü afet yönetimi sadece afetlerin olduğu dönemlerde gerçekleştirilecek bir süreç değildir. Aksine ayrıntılı ve sürekli devam eden bir süreç olup dört aşamadan oluşmaktadır. Afet öncesi risk ve zarar azaltma, hazırlık, afet sonrası müdahale ve iyileştirme [12].

Arama Kurtarma faaliyetleri ise müdahale aşamasında

gerçekleşmektedir. Afet gerçekleştikten ve ilk acil durum uyarısı alındıktan sonra müdahale aşaması başlamaktadır. Arama kurtarma birimlerinin koordinasyonu ve planlı bir çalışma yürütmektedir [13]. Bu uyarıdan sonra ilk 24 saat çalışma yürütmektedir [13]. Bu uyarıdan sonra ilk 24 saat çok önemlidir. Çünkü arama kurtarma çalışmalarında kritik bir öneme sahip olan bu zaman dilimi zamanla yarışın olduğu çok önemli bir süreçtir [14]. Afetin gerçekleştiği noktalar ve büyüklüğü doğru bir şekilde tespit edilmeli ve sonrasında kurum ve kuruluşlar hızlı bir aksiyon göstermesi gerekmektedir. Tespit edilen afet bölgesine gönderilecek arama kurtarma ekipleri ve sayısı bu tespitlere göre yapılarak, can kayıplarını önlemek veya azaltmak için büyük önem arz etmektedir.

Depremi meydana gelmesinden itibaren hızlı ve etkin bir şekilde hareket etmek, bu kritik zaman dilimindeki başarıyı belirleyen anahtar faktördür ve genellikle "altın saatler" olarak adlandırılan bu sürecin başarıyla tamamlanmasını sağlamaktadır [15]. Hızlı bir şekilde aksiyon alınıp, afetin gerçekleştiği yeri, etki ettiği alanı ve verdiği hasarın boyutu gibi birçok bilginin toplanıp, doğru ekipmanlarla doğru ekibin yönlendirilmesi gerekmektedir. Arama kurtarma ekipleri bölgeye sevk edilse bile eğer doğru ekipmanlar olmadığı takdirde faaliyetlerini yapmayacaklar veya çok uzun sürelerde yapacaklardır. Bu zaman kaybı ise can kurtarılmaya ihtimali olan can kayıplarına yol açabilir. Bu nedenle hafif sınıf, orta sınıf ve ağır sınıf olmak üzere tüm arama kurtarma ekiplerinde AFAD tarafından belirlenmiş olan minimum düzeyde standart bulunacak ekipmanların yanı sıra, oluşan afete göre uygun ekip ve ekipmanlar yönlendirilmesi büyük önem arz etmektedir. Arama kurtarma ekiplerinin kullanmış olduğu ekipmanların birçoğu normalde yaşamda kişisel kullanım amaçlı bulunmaktadır. Daha özelleşmiş ekipmanlar ise genellikle sanayi bölgelerinde üretim yapan veya ticari faaliyetler yürüten şirketlerde ve işletmelerde de bulunmaktadır.

Bu çalışmada, arama kurtarma faaliyetlerinde kullanılacak ekipmanların planlaması yapılmıştır. Afetin türüne göre arama kurtarma ekiplerinin ekipman yetersizliği yaşanması durumuna karşın, bölgede bulunan organize sanayi bölgesindeki hangi firmada hangi ekipmanların olduğu tespit edilerek afet türüne göre atama problemi ele alınmıştır.

Bu çalışma "Giriş" bölümü dahil olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

II. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde afet yönetimi ve arama kurtarma faaliyetleri ve arama kurtarma ekipleri ve yönlendirilmesi ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Arama kurtarma ekiplerinin kullanmış olduğu ekipmanlarla ilgili çalışmalar daha az sayıda olduğu görülmüştür. Bu alanda yapılmış olan bazı çalışmalar aşağıda verilmiştir. Danışan ve Eren [16], hangi arama kurtarma ekibinin hangi afet yerine gitmesi problemine matematiksel programlama yöntemi ile çözmeye çalışmışlardır. Depremlerde arama kurtarma ekiplerinin çizelgelenmesi problemini incelemişlerdir. Danışan ve Eren [17], Afet yönetimi sürecinin kritik bir aşaması olan arama kurtarma aşamalarını Türkiye'de yürütecek olan uluslararası arama kurtarma ekiplerinin belirlenmesini incelemişlerdir. Ekiplerin belirlenmesinde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve TOPSİS kullanmışlardır. Fei ve Wang [18], Arama kurtarma ekiplerinin yetkinliğine bakarak afet bölgelerine hızlı bir şekilde yönlendirilmesi ve kurtarma süresini minimum seviyeye çekmek için kanıta dayalı en iyi durum ve en kötü durum metodu ile Dempster-Shafer teorisini kullanarak modelleme yapmışlardır. Nayeri vd. [19], Arama kurtarma ekiplerinin atanmasını problemini, İran'da meydana gelen sel felaketinin verilerini kullanarak yapmışlardır. Akdaş [20], Afet yönetimi sürecinin müdahale aşamasında faaliyet gösteren arama kurtarma ekiplerinin ve psikososyal destek

ekiplerinin çizelgelemesini yapmışlar. Tez çalışmasında altı adet çalışma yapmışlardır. Akdaş ve Eren [21], Deprem afeti için tasarlanmış olan ve merkez üssü Aydın-Efeler ilçesi olan senaryoda, afetin yıkıma neden olduğu ilçelere arama kurtarma ekiplerinin çizelgelemesini yapmışlardır. Akdaş ve Eren [22], Meydana gelebilecek olası bir Elâzığ depreminde yıkımın olduğu ilçelere arama kurtarma ekiplerinin çizelgelenmesini yapmışlardır. Çalışmalarında hedef programlama yöntemini kullanmışlardır. Akdaş ve Eren [23], Erzincan da meydana gelebilecek bir depremde yıkım oluşan illere gönderilecek olan arama kurtarma ekipleri ve psikososyal destek ekiplerinin çizelgelenmesi problemini ele almışlardır.

Santoso vd. [24] çalışmalarında, Tam sayılı programlama modeli ile kurtarma ekiplerinin atanmasını ve çizelgelenmesini incelemişlerdir. Tüm olayların ağırlıklı toplam tamamlanma zamanını minimize etmeyi hedeflemişlerdir. Farklı şiddetlerde meydana gelen afetler için GRASP meta-sezgisel yaklaşımını geliştirmişlerdir. Rezapour vd. [25] çalışmalarında, afetler aniden meydana gelmektedir. Afet anından sonra ilk saatlerde yapılan kurtarmalar can kayıplarını büyük oranda azaltmaktadır. Bu nedenle arama kurtarma ekiplerinin yönlendirilmesi için çalışma yapmışlardır. Cunha vd. [26] çalışmalarında, afetlerin meydana getirdiği kriz ve belirsizlik ortamında arama kurtarma ekiplerinin atanması ve çizelgelenmesi problemini ele almışlardır. Önyargılı rastgele anahtarlı genetik algoritma problemleri için önermişlerdir. Arama kurtarma faaliyetlerinin tamamlanma zamanını minimize etmeyi amaçlamışlardır. Santoso vd. [27] çalışmalarında, arama kurtarma ekiplerinin atanması ve faaliyetlerinin tamamlanma süresini minimize etmeyi amaçlamış ve çizelgelemesini yapmışlardır. Karmaşık tam sayılı programlama modeli önermişler ve GRASP meta-sezgisel metodunu kullanmışlardır. Li vd. [28] çalışmalarında, birden fazla afet noktasının olduğunu dikkate alarak

arama kurtarma ekiplerinin atanmasını problemi için matematiksel model önermişlerdir. Ahmadi vd. [29] çalışmalarında, afet sonrasında arama kurtarma kaynaklarının konumlandırılması için karmaşık tam sayılı programlama modeli kullanmışlardır.

III. BULGULAR

A. Problemin Tanımlanması

Afetler ansızın meydana gelir ve etkilediği yerlerde büyük kırız ve kaosa neden olurlar. Böylesi bir ortamda önceden yapılan planlamalar doğrultusunda ilerleyerek afet incelenip, doğru bir ekip, doğru ekipmanlarla zaman kaybetmeden yönlendirilmelidir. Ancak bu şekilde zararları en aza indirecek veya ortadan kaldıracak en verimli arama kurtarma faaliyeti yürütülebilecektir.

Bu çalışmada afet anında büyük önem arz eden ve zamanla yarışın olduğu arama kurtarma operasyonlarında, ekipman eksiliğinden dolayı faaliyetlerin aksaması veya hiç yapılması durumuna karşın, organize sanayi bölgelerinde bulunan firmalardaki ekipmanların tespit edilerek afet türüne göre atanması problemi ele alınmıştır.

B. Gerekli Ekipmanların Belirlenmesi

Arama kurtarma faaliyetlerinde kullanılan ekipmanlar, AFAD ve STK'lar bünyesinde faaliyet gösteren arama kurtarma ekiplerindeki uzman personeller ile yüz yüze görüşülerek belirlenmiştir. Bu ekipmanlar afetlerin türüne, büyüklüğüne, ekiplerin yetenek ve kabiliyetlerine göre değişiklik gösterebilmektedir. değişen ve gelişen teknoloji ile de ekipmanlar her geçen gün afetlere ve kullanıma göre özelleşmekte, değişime uğrayarak gelişmekte ve kabiliyetlerini artırmaktadırlar. Bu nedenle ekipmanlar AFAD tarafından bir arama kurtarma ekibinde bulunan veya kullanılabilecek ekipmanlar ile diğer arama kurtarmada görevli STK'lar incelenerek belirlenmiştir. Belirlenmiş olan 14

farklı ekipman grubunda 119 adet ekipmanın ilk 30 adedi Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1: Arama kurtarma ekipman listesi

S.N	EKİPMAN GRUBU	EKİPMAN ADI	FOTOĞRAF
1	Kesiciler	Benzin Motorlu Kıvılcımsız Kesme	
2	Kesiciler	Avuç İçi Spiral Taşlama Aleti	
3	Kesiciler	Ağaç Kesme Makinası (Elektrikli)	
4	Kesiciler	Ağaç Kesme Motoru (Benzinli)	
5	Kesiciler	Benzinli palalı beton kesme tester	
6	Kesiciler	Beton Demir Kesme Makinası	
7	Kesiciler	Tilki Kuyruğu Testere	
8	Kesiciler	Mini Kesici	
9	Kesiciler	Şarjlı Yuvarlak Demir Kesici	
10	Kesiciler	Oksi-asetilen kesici	
11	Kesiciler	Çok Amaçlı Kesme Aleti	
12	Kırcı-Deliciler	Orta Boy Beton kırıcı Delici	
13	Kırcı-Deliciler	Küçük Kırıcı Delici	
14	Kırcı-Deliciler	Büyük Boy Beton Kırma Makinası (Benzinli)	
15	Kırcı-Deliciler	Büyük Boy Beton Kırma Makinası (Elektrikli)	
16	Kırcı-Deliciler	Havalı Kırıcı	
17	Kırcı-Deliciler	Matkap	
18	Hidrolik Kurtarma Setleri	Aracı Üstü Hidrolik Set	
19	Hidrolik Kurtarma Setleri	Elektro-Hidrolik Kombi Kesme-Ayırma	
20	Hidrolik Kurtarma Setleri	Elektro-Hidrolik Kesme Aleti	
21	Hidrolik Kurtarma Setleri	Elektro-Hidrolik Teleskobik Kurtarma	
22	Hidrolik Kurtarma Setleri	Hidrolik Ram	
23	Krikolar	Pehlivan Kriko (5 Ton)	
24	Krikolar	Şişe Kriko (20 Ton)	
25	Krikolar	Vidalı Kriko	
26	Hava Yastıkları	Yüksek Basıncılı Hava Yastığı (0,8 Bar)	
27	Hava Yastıkları	Alçak Basıncılı Hava Yastığı (0,5 Bar)	
28	Tirforlar	Mucurgat	
29	Merdivenler	Teleskopik merdiven	
30	Merdivenler	Alüminyum İp Merdiven ve İp Merdiven	

Belirlenmiş olan bu ekipmanlar görevlerine ve çalışma sistemine göre gruplandırılmıştır. Tablo 2’de gösterilmiş olan bu gruplardaki ekipman sayıları da belirtilmiştir.

Tablo 2: Ekipman grupları

Ekipman Grup Kodu	Ekipman Grubu	Ekipman Sayısı
G1	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	56
G2	Dayanak ve Destek Malzemeleri	15
G3	Kesiciler	11
G4	Akustik Arama Cihazları	6
G5	Kırcı-Deliciler	6
G6	Hidrolik Kurtarma Setleri	5
G7	Merdivenler	5
G8	Aydınlatma	3
G9	Krikolar	3
G10	Ölçüm Cihazları	3
G11	Jeneratörler	2
G12	Hava Yastıkları	2
G13	Tirforlar	1
G14	Kablo Makaraları	1
	Genel Toplam	119

C. Firmalarda Bulunan Ekipmanların Tespit Edilmesi

Belirlenmiş olan ekipmanların tespiti için Organize sanayi bölgesinde bulunan 100 tane firma tespit edilmiştir. Bu firmalarda bulunan ekipman grupları tespit edilmiş ve hangi firmada hangi ekipman grubundan kaç tane olduğu belirlenmiş ve Ek-1’de verilmiştir.

Her firmada tüm ekipman gruplardan ekipman bulunmadığı gibi, bir grupta, aynı ekipmandan birden fazla da bulunmaktadır. Özellikle faaliyet gösterdiği alana paralel olarak ilgili ekipman sayısı artabilmektedir. Çelik imalatı yapan bir işletmede daha çok kesici ve bükme işi yapıldığından bu gruplardaki ekiplerin sayısı daha fazla olabilmektedir. Aksine bakım işleri yapan bir firmada ise basit el aletleri ve yardımcı malzemeler grubunda ekipman sayısı fazla olabilir. Örneğin F1 firmasında G8 ekipman grubundan 2 adet ekipman olduğunu göstermektedir.

D. Atamanın Yapılması

Afet anında arama kurtarma ekiplerinin ekipman eksilginde veya yetersiz gelmesi problemi için, daha önceden

tespit edilen firmalardan ekipman grupları için atama yapılmıştır. Firmalarda bulunan ekipman gruplarının alınabilme durumu ağırlıklandırılmış ve atama yapılırken bu ağırlıklar kullanılmıştır. Tüm ekipman gruplarının her birinden birer adet atama yapılmış ve Tablo 3’ de verilmiştir. Sonuçlar incelendiğinde belirlenmiş olan ağırlıklardan en yüksek olana atama yapılmıştır.

Tablo 3: Tüm ekipman gruplarından bir adet atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Kesiciler	Akustik Arama Cihazları	Kıncı-Deliciler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Merdivenler	Aydınlatma	Krikolar	Ölçüm Cihazları	Jeneratörler	Hava Yastıkları	Tirforlar	Kablo Makaraları
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
F1		1							1					
F15			1											
F19				1										
F29										1				
F34													1	1
F50							1							
F54	1													
F62						1								
F73											1			
F77								1						
F85												1		
F100						1								"

Ekipman grubunun bir firmada olmaması halinde diğer firmalar kontrol edilmektedir. Atanacak olan ekipman grubunun bulunduğu firmalardan en yüksek ağırlığı sahip olan firmadan alınacak şekilde atama yapılmıştır.

E. Atama ile ilgili Farklı Senaryoların İncelenmesi

Afet durumlarında öncesinde iyi bir hazırlık ve planlama süreci yapılarak zararlar azaltılabilmektedir. Afet gerçekleştikten sonra oluşan büyük çaplı kriz ve kaos ortamı çok çeşitli durumlar ortaya koymaktadır. Bu nedenle yapı-

lan çalışmamızın esnekliğini artırmak için çeşitli afet ve arama kurtarma faaliyetleri düşünülerek senaryolar oluşturulmuştur.

Tablo 4: Ekipman planlama ve atama senaryoları

Senaryolar / Ekipman Grubu	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Kesiciler	Akustik Arama Cihazları	Kıncı-Deliciler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Merdivenler	Aydınlatma	Krikolar	Ölçüm Cihazları	Jeneratörler	Hava Yastıkları	Tirforlar	Kablo Makaraları
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
Senaryo 1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Senaryo 2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Senaryo 3	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Senaryo 4	1	1	2	2	2	2	1	1	2	1	1	1	1	1
Senaryo 5	1	1	3	3	3	3	1	1	3	1	1	1	1	1
Senaryo 6	2	2	2	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1
Senaryo 7	4	4	4	4	2	2	2	2	4	4	4	4	4	4
Senaryo 8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

Oluşturulan bu senaryolar Tablo 4’te verilmiş ve bu senaryoların çözümü için atamalar yapılmıştır.

Senaryo 1- Ekipman gruplarından iki adet atama yapılması

İlk yapılan atamamızda her ekipman grubundan bir adet atama yapılmıştır. Senaryo 1’de ise afetin büyüklüğüne ve ihtiyaca göre daha fazla ekipman ihtiyacının olduğu düşünülerek tüm ekipman grubundan iki adet atama yapılmış olup sonuçlar Tablo 5’te verilmiştir. Bu senaryoda her ekipman grubundan ihtiyacın olabileceği afet durumları için kullanılabilecektir. Tüm gruplar için atama yapıldığından hafif ve orta sınıftaki arama ve kurtarma ekiplerine cevap verebilecektir.

Tablo 5: Ekipman gruplarından iki adet atama sonucu

[illegible]

Yapılan atama sonucuna bakıldığında her ekipman grubundan yine ilgili firma ve ilgili ekipman grubunun ağırlıkları dikkate alınarak atama yapılmıştır.

Senaryo 2- Ekipman gruplarından üç adet atama yapılması

Bu senaryo da tüm ekipman gruplarından üç adet atama yapılmıştır. Afet türüne ve büyüklüğüne göre ekipman gruplarından istenen miktarlar artmaktadır .

Bu nedenle miktarlar daha fazla istenmesi halinde bu senaryo kullanılabilecektir. Yapılan atama sonucu Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6: Ekipman gruplarından üç adet atama sonucu

[illegible]

Senaryo 3- Hafif sınıf arama kurtarma ekibi için atama yapılması

Bu senaryoda belirlenmiş olan gruplardan farklı miktar-

larda ekipman seçilmiştir. Yapılmış olan atama sonuçları Tablo 7’de verilmiştir. Atama sonuçları tablosuna bakıldığında G1, G2, G3, G4 gruplarından ikişer adet atama yapıldığı görülmektedir.

Tablo 7: Ekipman gruplarından G1, G2, G3, G4’e iki adet atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları	Tirforlar	Hava Yastıkları	Jeneratörler	Ölçüm Cihazları	Krikolar	Aydınlatma	Merdivenler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Kırıcı-Deliciler	Akustik Arama Cihazları	Kesiciler	Dayanak ve Destek Matzemeleri	Basit El Aletleri ve Yrd. Matzemeler
	G14	G13	G12	G11	G10	G9	G8	G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1
F1						1							1	
F2												1		
F4												1		
F15											1			
F19					1									
F29														
F34		1	1											
F40										1				
F50								1						
F54	1													
F62								1						
F73				1										
F77						1								
F85														
F87	1													
F100										1				

Atama yapılmış ekipmanlara detaylı bakıldığında bu senaryonun uygulanabileceği afet türünün alarm seviyesi daha düşük ve ihtiyaç duyulan arama kurtarma ekibi sınıfının ise hafif sınıf olduğu görülebilecektir. İlk dört ekipman grubuna iki adet atama yapıldığı diğer gruplar için daha az sayıda ya da herhangi bir atama yapılmadığı görülmektedir. Senaryo sadece eksik olan ekipman gruplarına yönelerek çözüm sunabilecektir.

Senaryo 4- Hafif sınıf arama kurtarma ekibine deprem afeti için atama yapılması

Daha çok hafif sınıf bir arama kurtarma ekibinin, deprem gibi çökme ve göçük altında kalma durumlarında kullanılabilecek ekipman grupları tercih edildiği görülmektedir.

Tablo 8: Ekipman gruplarından G3, G4, G5, G6, G9’a iki adet atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları	Tirforlar	Hava Yastıkları	Jeneratörler	Ölçüm Cihazları	Krikolar	Aydınlatma	Merdivenler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Kırıcı-Deliciler	Akustik Arama Cihazları	Kesiciler	Dayanak ve Destek Matzemeleri	Basit El Aletleri ve Yrd. Matzemeler
	G14	G13	G12	G11	G10	G9	G8	G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1
F1						1							1	
F2												1		
F3						1								
F15											1			
F19										1				
F29					1									
F34														1
F40										1				
F50								1						
F52									1					
F54	1													
F62								1						
F73														1
F77								1						
F85														
F92										1				
F100										1				

Bu amaçla yapılmış olan atama sonucu Tablo 8’de verilmiştir. Atama yapılan ekipman grupları bir afet için özelleşmiş veya bir amaç için ihtiyaç duyulan durumlarda kullanılabilecektir.

Senaryo 5- Deprem afeti için ekipman atamasının yapılması

Hazırlanmış olan bu senaryoda arama kurtarma ekibinde sınıf gözetmeksizin afetin deprem olduğu düşünülerek planlama yapıldığı ve ekipmanlar ve miktarları ona göre

artırılmıştır.

Tablo 9: Deprem için ekipman atama sonucu

[illegible]

Ataması sonuçları Tablo 9’da verilen ekipman grupları depremde oluşan çökme, göçük altında kalma gibi kurtarma faaliyetlerinde kullanılan daha çok kesici ve delici-kırıcı ekipman grubundaki yüksek güç ile faaliyet yapan ekipmanlardır.

Senaryo 6- Eş zamanlı farklı afetler için atama yapılma-

Hafif ve orta sınıf ekiplerde ekipmanların yetersiz gelmesi durumunda ekipman temini için planlama yapılmış-

tır. Bu senaryo için yapılan atama sonucu Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10: Eş zamanlı afetler için ekipman atama

[illegible]

Her iki arama kurtarma ekibinin de sınıflarına göre ayrı ayrı müdahale edebileceği afetler için kullanılabilir. Depremler yıkımlara ve daha birçok hasara sebep olduğu gibi bu yıkım ve hasarın sebep olduğu sel ve yangın gibi başka afetlerde doğurabilmektedir. Bu senaryo her ekibin ayrı müdahale ettiği birden çok afet için ekipman yetersizliği durumlarında kullanılabilir.

Senaryo 7- Alarm seviyesi iki ve üç olan afetler için atama yapılması

Atama sonuçları Tablo 11’de verilen bu senaryoda, farklı olarak tüm gruplara atama yapılmış ve bazı gruplarda atama miktarları artırılmıştır.

Tablo 11: Seviye iki ve üç düzeyindeki afetler için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Kesiciler	Akustik Arama Cihazları	Kırıcı-Deliciler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Merdivenler	Aydınlatma	Krikolar	Ölçüm Cihazları	Jeneratörler	Hava Yastıkları	Tirforlar	Kablo Makaraları
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
F1		1							1					
F2			1											
F3									1				1	
F4		1										1		
F5				1										
F6				1							1			
F15			1								1			
F19				1										
F21			1											
F23	1											1		
F24											1			
F26												1		
F29							1			1				
F32		1												
F34												1	1	
F36										1				
F40				1				1						
F41												1		
F43												1		
F47			1											
F50							1							
F52						1								
F54	1													
F61									1					
F62						1								
F63									1					
F65		1												
F69										1				
F73											1			
F76													1	
F77							1							
F81													1	
F82										1				
F84														1
F85	1											1		
F87	1													
F92						1								
F100						1								

Tüm arama kurtarma ekipleri hafif, orta ve ağır sınıf olmak üzere birden fazla afete müdahale ettiği durumlar için bu senaryo kullanılabilir. Senaryo atamalarına bakıldığında tüm sınıflardaki arama kurtarma ekiplerinin çalışabileceği afet durumunda hafif ve orta sınıfın dahada güçlendirilmesi ve faaliyetlerinin artırılması amaçlanmıştır. Bu nedenle kesici, delici, kırıcı ve hidrolik ekipmanlara hafif ve orta sınıf ekiplerin daha yoğun kullandığı ekipmanlar için atama miktarları artırılmıştır.

Senaryo 8- Alarm seviyesi dört olan afetler için atama yapılması

En üst düzey alarm seviyesi olan ve uluslararası yardım gerektiren seviye dört alarmında afetler için tüm sınıflardaki ekipler düşünülerek tüm ekipman gruplarından atama yapılmış ve Tablo 12’de sonuçları verilmiştir. Her ekipmana ihtiyacın olduğu çok fazla yerleşim yerini ve insanı etkilemiş 6 Şubat depremleri gibi büyük afetlerde bu senaryo ekipman ihtiyacının giderilmesi ve planlaması için kullanılabilir.

Tablo 12: Seviye dört düzeyindeki afetler için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Kesiciler	Akustik Arama Cihazları	Kırıcı-Deliciler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Merdivenler	Aydınlatma	Krikolar	Ölçüm Cihazları	Jeneratörler	Hava Yastıkları	Tirforlar	Kablo Makaraları
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
F1		1							1					
F2			1											
F3									1				1	
F4		1										1		
F5			1	1				1						
F6	1			1							1			
F7				1		1								
F8											1			
F9					1							1		

Kablo Makaraları	G14
Tirforlar	G13
Hava Yastıkları	G12
Jeneratörler	G11
Ölçüm Cihazları	G10
Krikolar	G9
Aydınlatma	G8
Merdivenler	G7
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6
Kırıcı-Deliciler	G5
Akustik Arama Cihazları	G4
Kesiciler	G3
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1
Firma / Ekipman Grubu	
F13	1
F15	1
F16	1
F19	1
F21	1
F23	1
F24	1
F26	1
F28	1
F29	1
F32	1
F34	1
F36	1
F39	1
F40	1
F41	1
F43	1
F47	1
F50	1
F52	1
F54	1
F61	1
F62	1
F63	1
F65	1
F66	1
F67	1
F69	1
F70	1
F73	1
F76	1
F77	1
F81	1
F82	1
F83	1
F84	1
F85	1
F87	1
F92	1
F100	1

Seviye 4 düzeyindeki ağır yaşanan afetler tek bir afet türünde olabileceği gibi aynı anda birden fazla afetin yaşanması da çok olası bir durumdur. Bu nedenle tüm gruplar için atama miktarları artırılmıştır.

F. Afet Bazlı Atama Senaryolarının İncelenmesi

Afetlerin meydana geldiğinde daha hızlı cevap verebilecek olan afet bazlı senaryolar oluşturulmuş ve Tablo 13'te gösterilmiştir .

Tablo 13: Afet bazlı atama senaryoları

Senaryolar / Ekipman Grubu	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler													
	Dayanak ve Destek Malzemeleri		Kesiciler	Akustik Arama Cihazları		Kırıcı-Deliciler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Merdivenler	Aydınlatma	Krikolar	Ölçüm Cihazları	Jeneratörler	Hava Yastıkları	Tirforlar
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
Senaryo 9	1	3	7	3	7	7	2	1	3	2	3	2	1	1
Senaryo 10	7	7	0	3	0	0	2	1	0	3	2	0	5	1
Senaryo 11	5	5	1	2	2	2	5	1	1	1	1	1	3	1
Senaryo 12	4	4	1	2	1	1	7	2	0	1	1	1	1	1
Senaryo 13	2	2	0	7	0	0	2	5	0	7	0	0	1	1
Senaryo 14	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Bu senaryolarda, ortaya çıkan afetlerin türünün ve büyüklüğünün bilindiği durumlar için daha detaylı incelenmiş ve analizler yapılmış afetler için çözüm sunabilecektir.

Senaryo 9- Doğal afetlerden deprem

Afet türü olarak doğal afetlerden depremin düşünüldüğü ve tasarlandığı bu senaryo Tablo 14'te gösterilmiştir. Daha çok yapılarda yıkıntı ve çöküntülerin oluşması ile hayatı olumsuz etkileyen deprem afetine ekipman eksikliği için atama yapılmıştır.

Tablo 14: Deprem afeti senaryosu için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları													
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
F1		1							1					
F2			1											
F3									1					
F4		1									1			
F5			1	1										
F7						1								
F9					1									
F12						1								
F15			1		1						1			
F16						1								
F19				1										
F21			1											
F24											1			
F26			1											
F29							1			1				
F34												1	1	
F39						1								
F40				1										
F47			1											
F50						1								
F52						1								
F54	1													
F61								1						
F62						1								
F63					1									
F65		1												
F68			1											
F70					1									
F73											1			
F77							1							
F82									1					
F85												1		
F90						1								
F92					1									
F93					1									
F100					1									

Oluşturulan bu senaryoda seviye 3 ve seviye 4 düzeyindeki deprem afetinde yapılacak arama ve kurtarma ekipmanları için çözüm sunacaktır. Doğal olarak bu seviyeler

için belirlenen ekipman grupları aynı zamanda daha alt seviyedeki depremler için de kullanılabilecektir. Ekipman gruplarından deprem için özelleşmiş olan kırıcı, delici, kesici ve hidrolik özellikleri bulunan ekipmanlara daha fazla atama yapılmıştır. Ayrıca yıkıntı ve çöküntü dışında oluşabilecek hafif ve orta sınıf ekiplerinde arama ve kurtarma faaliyetlerinin yapılabilmesi içinde ekipmanlar düşünülmüştür.

Senaryo 10- Doğal afetlerden sel

Afet türü olarak doğal afetlerden sel ve su baskınlarının düşünüldüğü ve tasarlandığı bu senaryoda ekipmanlar bu afet türü için belirlenmiştir. Aniden bastıran yağışlar veya suyun başka bir nedenle büyük ve düzensiz akıntılara sebep olması sel oluşturur. Taşkınlar ise yağmur ve kar erimesi gibi durumlarda akarsularının yataklarından taşması ile oluşmaktadır.

Tablo 15: Sel afeti senaryosu için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları													
	G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
F1		1												
F3												1		
F4		1												
F5				1										
F6	1													
F13		1												
F16	1													
F18		1												
F19				1										
F23	1												1	
F24											1			
F29							1			1				
F32		1												
F34													1	1

Kablo Makaraları	G14
Tirforlar	G13
Hava Yastıkları	G12
Jeneratörler	G11
Ölçüm Cihazları	G10
Krikolar	G9
Aydınlatma	G8
Merdivenler	G7
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6
Kırıcı-Deliciler	G5
Akustik Arama Cihazları	G4
Kesiciler	G3
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1
Firma / Ekipman Grubu	
F40	
F41	1
F42	1
F43	1
F50	
F54	1
F65	1
F69	
F73	1
F74	1
F77	
F82	1
F85	1
F87	1

Bu şekilde büyük su kütlelerinin yol açtığı sel afeti yıkım ve zararlar oluşturmaktadır. Bu amaçlarla belirlenen ekipmanlar için yapılan atama sonucu Tablo 15'te verilmiştir.

Senaryo 11- Doğal afetlerden heyelan ve kaya düşmesi

Doğal afetlerden heyelan ve kaya düşmesi durumu için tasarlanan bu senaryoda ekipmanlar bu afet türleri için belirlenmiştir. Afetin genel yapısı düşünüldüğünde diğer tüm gruplardan da minimum düzeyde atama yapılarak tüm gruplar için ihtiyaçların oluşması durumu planlanmıştır. Heyelan afeti için yapılan atama sonucu Tablo 16' de verilmiştir.

Tablo 16: Heyelan ve kaya düşmesi afeti senaryosu için atama sonucu

Kablo Makaraları	G14
Tirforlar	G13
Hava Yastıkları	G12
Jeneratörler	G11
Ölçüm Cihazları	G10
Krikolar	G9
Aydınlatma	G8
Merdivenler	G7
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6
Kırıcı-Deliciler	G5
Akustik Arama Cihazları	G4
Kesiciler	G3
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1
Firma / Ekipman Grubu	
F1	1
F3	
F4	1
F6	1
F13	1
F15	1
F19	1
F23	1
F28	
F29	1
F32	1
F34	
F40	1
F41	
F50	
F52	1
F54	1
F62	1
F65	1
F66	1
F73	
F77	1
F85	1
F87	1
F92	1
F100	1

Heyelan afetinde yaşam alanlarının toprak altında kalması veya sürüklenerek ulaşılamayacak bir yapı oluşturmamasından dolayı, daha çok dağcılık ve tırmanma faaliyetlerinde kullanılan ekipmanların bulunduğu basit el aletleri ve yardımcı malzemeler ile dayanak ve destek malzemeleri

grubunda atama sayısı artırılmıştır. Heyelan le birlikte kaya düşmelerinin de yaşanması durumu için yine deprem afetinde kullanılan Kırıcı, kesici, delici, gibi ekipman grupları ile triforlar için atama sayısı artırılmıştır.

Senaryo 12- Doğal afetlerden yangın

Doğal afetlerden yangının düşünüldüğü ve tasarlandığı bu senaryoda ekipmanlar bu afet türü için belirlenmiştir. Atama sonuçları Tablo 17’de verilmiştir.

Tablo 17: Yangın afeti senaryosu için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları	Tirforlar	Hava Yastıkları	Jeneratörler	Ölçüm Cihazları	Krikolar	Aydınlatma	Merdivenler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Kırıcı-Deliciler	Akustik Arama Cihazları	Kesiciler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler
	G14	G13	G12	G11	G10	G9	G8	G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1
F1													1	
F4													1	
F15												1		
F16								1						
F19										1				
F20								1						
F23														1
F28								1						
F29								1						
F32					1								1	
F34														
F40							1	1			1			
F50								1						
F54													1	
F62									1					
F65												1		
F66								1						
F73														
F77								1						
F85													1	
F87													1	
F100										1				

Büyük çaplı afet seviyesinde oluşan ve yerleşim yerine sıçrayan yangınlarda, yüksek katlı yapılardan kurtarma yapabilmek ve ateşe müdahale edebilmek amacıyla çeşitli

özelliklere sahip merdiven ve yükselticilerin bulunduğu ekipman grubundan atama sayısı artırılmıştır.

Yine tırmanma ve solunum ile ilgili ekipmanların bulunduğu basit el aletleri ve yardımcı malzemeler ile dayanak ve destek malzemeleri grubunda atama sayısı artırılmıştır. Ayrıca ateş nedeni ile kapalı bir alanda kalanları kurtarma için de kırıcı, delici, kesici ekipman grupları da bulundurulmuştur.

Senaryo 13- Doğal Afetlerden Maden Kazaları

Afet türü olarak doğal afetlerden maden kazaları düşünüldüğü ve tasarlandığı bu senaryoda ekipmanlar bu afet türü için belirlenmiştir. Maden kazaları daha çok büyük toprak parçalarının altında kalma şeklinde oluşan göçükler ile oluşmaktadır. Bu nedenle akustik arama ve ölçüm cihazları gruplarından fazla atama yapılmıştır. Bunun yanı sıra aydınlatma grubunda bulunan malzemeler için atama yapılmış ve sayıları yükseltilmiştir. Yapılan atama sonucu Tablo 18’de verilmiştir. Bunların yanı sıra ihtiyaç duyulan veya duyulabilecek diğer malzemeler de belirlenmiş olup bu ekipman gruplarına da atama yapılmıştır.

Tablo 18: Maden kazası afeti senaryosu için atama sonucu

Firma / Ekipman Grubu	Kablo Makaraları	Tirforlar	Hava Yastıkları	Jeneratörler	Ölçüm Cihazları	Krikolar	Aydınlatma	Merdivenler	Hidrolik Kurtarma Setleri	Kırıcı-Deliciler	Akustik Arama Cihazları	Kesiciler	Dayanak ve Destek Malzemeleri	Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler
	G14	G13	G12	G11	G10	G9	G8	G7	G6	G5	G4	G3	G2	G1
F1					1								1	
F4													1	
F5							1				1			
F6										1				
F7										1				
F8										1				

[illegible]

Maden kazalarının etki alanı çok geniş olduğundan aynı anda çalışan ekip sayısının fazla olması durumunda da ekipman eksikliği giderilebilecektir.

Senaryo 14 - İnsan Kaynaklı Afetlerden Endüstriyel Kazalar

Çevre ve şehircilik bakanlığı tarafından endüstriyel kazalar şu şekilde tanımlanmıştır; “Tehlikeli madde içeren, çok sayıda insanın sağlığını tehdit eden, doğal çevrenin kalıcı olarak veya uzun dönemli kirlenmesine neden olan ve yüksek derecede maddi hasar veren, geniş çaplı acil durum müdahalesi gerektiren yangın, patlama ve toksik yayılım olayları büyük endüstriyel kazalardır.” Büyük endüstriyel kazalarda, patlamalar, patlamaların etkisi ile oluşabilecek depremler, yangınlar, ciddi kimyasal yayılımının etkisi gibi durumlar acil müdahale gerektiren afet oluşturmaktadır.

Tablo 19: Endüstriyel kazalar afeti senaryosu için atama sonucu

Kablo Makaraları	G14		F1	
Tirforlar	G13		F2	
Hava Yastıkları	G12		F3	1
Jeneratörler	G11		F4	1
Ölçüm Çihazları	G10	1	F5	
Krikolar	G9	1	F6	1
Aydınlatma	G8		F7	
Merdivenler	G7		F8	
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6		F9	
Kırıcı-Deliciler	G5		F12	1
Akustik Arama Çihazları	G4		F13	1
Kesiciler	G3	1	F15	1
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2	1	F16	1
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1		F18	1
Firma / Ekipman Grubu			F19	
			F20	
			F21	
			F23	1
			F24	
			F26	
			F28	
			F29	
			F31	
			F32	
			F34	1
			F36	
			F39	1
			F40	
			F41	1
			F42	
			F43	1
			F47	
			F50	
			F52	1
			F54	1
			F61	
			F62	
			F63	

madığından oluşabilecek diğer afet durumları da düşünülerek her ekipman grubundan belirli sayılarda atamalar yapılmış ve malzemeler planlanmıştır. Diğer senaryolarda doğal afetler ve insan kaynaklı afetlerde afet türünün belli olduğu ve tanımlanmış olan daha özel durumlar için yapılmıştır. Ülkemizde yaşanan ve bizleri derinden sarsan binlerce kayıp verdiğimiz 6 Şubat depremi gibi birçok ilde yıkıma sebep olan afetlerde ekipmanların yetersiz gelmesine karşın bu senaryolar planlanmış ve atama yapılarak uygulanmıştır.

Oluşturulan bu on dört farklı senaryonun çözümü için kurulan matematiksel modeller IBM ILOG programında çözdürülmüş ve her uygulamada ele alınan problemler için optimal sonuca ulaşılmıştır. Yapılan ilk atama planlamanın temelini oluşturduğu gibi daha az şiddette veya daha küçük çaplı afetler için çözüm sunabilecektir. Fakat diğer senaryolarda daha özelleşmiş afet durumları için atamalar yapılmıştır.

YAZAR KATKISI: Araştırma için fikir ya da hipotezin oluşturulması, tasarım, denetleme, veri toplama, verilerin analizi, kaynak taraması ve yazım süreçleri MB, TE ve EG taraflarından gerçekleştirilmiştir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması olmadığını, makalede araştırma ve yayın etiğine uyulduğunu beyan ederler.

FINANSAL DESTEK: Bu çalışma Kırıkkale Üniversitesinde Bilimsel Araştırma Projeleri (BAP) ile desteklenmiştir. Proje No: 2023/032.

ETİK KOMİTE ONAYI: İnsan örneği veya deneysel çalışma içermediğinden etik kurulu oluru gerekmemiştir.

KAYNAKÇA

- [1] AFAD, Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü. Ankara: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı. 2024.
- [2] İ. Gaferoğlu, S. Kaya, Y. B. Kalemler, E. Güven ve T. Eren, “Afet Sonrası Oluşan İkincil Afet Kriterlerinin Değerlendirilmesi: Ordu İli İçin Bir Uygulama”, *Doğ Afet Çev Derg*, c. 10, sy. 2, ss. 424–436, 2024.
- [3] B. Tezcan, H. M. Alakaş, E. Özcan ve T. Eren, “Afet Sonrası Geçici Depo Yeri Seçimi ve Çok Araçlı Araç Rotalama Uygulaması: Kırıkkale İlinde Bir Uygulama”, *Politeknik Dergisi*, c. 26, sy.1,ss.13 27,2023.
- [4] Z.T. Karaman, Afet yönetimine giriş ve Türkiye’de örgütlenme, *Bütünle’ik Afet Yönetimi*, 1-38, 2017
- [5] T. Erkal ve M. Değerliyurt, Türkiye’de Afet Yönetimi. *Do, u Co, rafya Dergisi*, Cilt: 14, Sayı: 22, s: 147-164. 2011.
- [6] M.F. Önsüz ve B. Atalay Işıktekin. Afet Lojistiği. *Osmangazi Tıp Dergisi*, Cilt: 3, Sayı: 37, Eylül, 2015.
- [7] Ö. Işık, M. Aydınoglu, S. Koç, O. Gündoğdu, G. Korkmaz ve A. Ay, Afet Yönetimi ve Afet Odaklı Sağlık Hizmetleri. *Okmeydanı Tıp Dergisi* 28(Ek sayı 2), 82-123, 2012.
- [8] E. Güven ve T. Eren, “İl Afet Risk Azaltma Planı Çerçevesinde Analitik Ağ Prosesi Yöntemi ile Kriter Ağırlıklandırma: Kırıkkale İli İçin Bir Örnek”, *Afet ve Risk Dergisi*, c. 6, sy. 2, ss. 401–414, 2023.
- [9] H. Sever, B. N. Aksungur, E. Güven, ve T. Eren, “Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Afetlerde İnsansız Hava Araçlarının Değerlendirmesi”, *Emergency Aid And Disaster Science*, C. 4, Sy 1, Ss. 15-22, 2024.
- [10] Ş. Şahin ve İ. Üçgül, “Türkiye’de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği”, *Afet ve Risk Dergisi*, c. 2, sy. 1, ss. 43–63, 2019, doi: 10.35341/afet.498594.
- [11] O. Ergünay, Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalıdır? TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara, 15.02.1996.
- [12] B. Şengezer ve H. Kansu, Kapsamlı afet yönetimi. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi. *Teknik Araştırmalar Dergisi*, 2001.

- [13] F. Wex, G. Schryen and D. Neumann, "Decision Modeling for Assignments of Collaborative Rescue Units during Emergency Response," 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences, Wailea, HI, USA, 2013, pp. 166-175, doi: 10.1109/HICSS.2013.165.
- [14] E. Güler, Afet Yönetimi: Cumhuriyet Dönemi Afet Yönetimi Mevzuatı ve Uygulaması, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, 2012.
- [15] M.Kadıoğlu,(2011). Engelliler İçin Depremde İlk 72 Saat. İstanbul İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, İstanbul, 2011.
- [16] T. Danişan, T. Eren, Afetlere Etkin Müdahale İçin Ekiplerin Çizelgelenmesinde Matematiksel Modellemenin Kullanılması, 3rd International Disaster Management Congress, Tokat, 2022a
- [17] T. Danişan, T. Eren. Uluslararası Etkin Müdahale Ekiplerinin Çökv Yöntemleri İle Belirlenmesi, 3rd International Disaster Management Congress, Tokat, Türkiye. 2022b
- [18] L. Fei ve Y. Wang, "An optimization model for rescuer assignments under an uncertain environment by using Dempster-Shafer theory", *Knowledge-Based Systems*, c. 255, s. 109680, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2022.109680>.
- [19] S. Nayeri, Z. Sazvar, ve J. Heydari, "A fuzzy robust planning model in the disaster management response phase under precedence constraints", *Operational Research*, c. 22, sy 4, ss. 3571-3605, Eyl. 2022, doi:10.1007/s12351-022-00694-1.
- [20] E. Akdaş, Afet Yönetiminde Arama-Kurtarma ve Psikososyal Destek Ekiplerinin Atanması, Yüksek Lisans Tezi, Kırıkkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Kırıkkale, 2023.
- [21] E. Akdaş and T. Eren, "Doğal Afetlerde Arama Kurtarma Ekiplerinin Çizelgelenmesi: Aydın Depremi Senaryosu", *ICAENS*, vol. 1, no. 1, pp. 718–724, Jul. 2023.
- [22] E. Akdaş ve T. Eren, "A sample application for scheduling search and rescue teams in an earthquake disaster", *Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences*, c. 42, sy 5, ss. 1555-1562, 2024.
- [23] E., Akdaş, T., Eren, Arama Kurtarma ve Psikososyal Destek Ekiplerinin Afet İllerine Atanması ve Çizelgelenmesi: Erzincan Depremi Örneği, Uluslararası Veri Bilimi ve Güvenliği Konferansı, ICDASS2023, 6-7, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2023.
- [24] A. Santoso, D. N. Prayogo, J. Parung, H. Iswadi, ve D. A. Rizqi, "Model development of rescue assignment and scheduling problem using grasp metaheuristic", içinde 2017 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2017, ss. 1407-1410. doi: 10.1109/IEEM.2017.8290124.
- [25] S. Rezapour, N. Naderi, N. Tajik, ve S. Rezapour-behnagh, "Optimal deployment of emergency resources in sudden onset disasters", *International Journal of Production Economics*, c. 204, ss. 365-382, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.08.014>.
- [26] V. Cunha, L. Pessoa, M. Vellasco, R. Tanscheit, ve M. A. Pacheco, "A Biased Random-Key Genetic Algorithm for the Rescue Unit Allocation and Scheduling Problem", içinde 2018 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC), 2018, ss. 1-6. doi: 10.1109/CEC.2018.8477819.
- [27] A. Santoso, R. A. P. Sutanto, D. N. Prayogo, ve J. Parung, "Development of fuzzy RUASP model - Grasp metaheuristics with time window: Case study of Mount Semeru eruption in East Java", içinde IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Institute of Physics Publishing, Şub. 2019. doi: 10.1088/1755-1315/235/1/012081.
- [28] M.-Y. Li, X.-J. Zhao, Z.-P. Fan, P.-P. Cao, ve X.-N. Qu, "A model for assignment of rescuers considering multiple disaster areas", *International Journal of Disaster Risk Reduction*, c. 38, s. 101201, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101201>.
- [29] G. Ahmadi, R. Tavakkoli-Moghaddam, A. Baboli,

ve M. Najafi, “A decision support model for robust allocation and routing of search and rescue resources after earthquake: a case study”, *Operational Research*, c. 22, sy 2, ss. 1039-1081, Nis. 2022, doi: 10.1007/s12351-020-00591-5.

EK-1: Firmalardan alınabilecek ekipman grubu sayısı

Tablo 20: Firmalardan alınabilecek ekipman grubu sayısı

Kablo Makaraları	G14
Tirforlar	G13
Hava Yastıkları	G12
Jeneratörler	G11
Ölçüm Cihazları	G10
Krikolar	G9
Aydınlatma	G8
Merdivenler	G7
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6
Kırıcı-Deliciler	G5
Akustik Arama Cihazları	G4
Kesiciler	G3
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1
Firma / Ekipman Grubu	
F1	1
F2	1
F3	2
F4	1
F5	1
F6	2
F7	1
F8	1
F9	2
F10	3
F11	2
F12	2
F13	2
F14	2
F15	1
F16	2
F17	1
F18	2
F19	1
F20	2
F21	1
F22	1
F23	1
F24	1
F25	1
F26	1
F27	1
F28	1
F29	1
F30	1
F31	1
F32	1
F33	1
F34	2
F35	1
F36	1
F37	1
F38	1

Kablo Makaraları	G14
Tirforlar	G13
Hava Yastıkları	G12
Jeneratörler	G11
Ölçüm Cihazları	G10
Krikolar	G9
Aydınlatma	G8
Merdivenler	G7
Hidrolik Kurtarma Setleri	G6
Kırıcı-Deliciler	G5
Akustik Arama Cihazları	G4
Kesiciler	G3
Dayanak ve Destek Malzemeleri	G2
Basit El Aletleri ve Yrd. Malzemeler	G1
Firma / Ekipman Grubu	
F39	2
F40	2
F41	2
F42	3
F43	1
F44	1
F45	2
F46	1
F47	1
F48	1
F49	1
F50	2
F51	1
F52	1
F53	1
F54	1
F55	1
F56	1
F57	1
F58	2
F59	1
F60	1
F61	1
F62	1
F63	2
F64	2
F65	1
F66	1
F67	1
F68	1
F69	2
F70	2
F71	1
F72	1
F73	1
F74	1
F75	1
F76	2
F77	1



Prediction of Natural Radiation (UV) Protection in Industrial Safety Helmets Depending on Color Factor Using Fuzzy Logic

Renk Faktörüne Bağlı Olarak Endüstriyel Güvenlik Baretlerinde
Doğal Radyasyon (UV) Korumasının Bulanık Mantık ile Tahmini

Murat KODALOĞLU 

ABSTRACT

This article presents the ultraviolet protection factor of helmet colors. UVR exposure dose distributions using helmets as sun protection under various exposure conditions were estimated. Increasing the thermal comfort of safety helmets has become a major concern of helmet designers.

Helmets provide simple and convenient protection against UV rays. Ultraviolet Protection Factor (UPF) is widely used to determine the degree of protection of helmets from UV radiation. A predictive model for the size of helmet colors was derived, saved by general logic programming. While developing the prediction model for UPF, helmet outer shell temperature color components were taken into account throughout the period. The blue color has the greatest impact on the ultraviolet protection factor of helmets. This study provides recommendations for engineering helmets with adequate ultraviolet protection. The results show good agreement between actual and predicted values.

Keywords: Helmet, Radiation, Color, Fuzzy Logic, Safety

ÖZET

Bu makale, baret renklerinin ultraviyole koruma faktörü üzerindeki etkilerini sunmaktadır. Baretlerin çeşitli maruz kalma koşullarında güneşten korunma etkinliğini UVR maruziyet dozlarını dağılımları tahmin edilmiştir. İş güvenliği baretlerinin termal konforunu artırmak baret tasarımcılarının en büyük ilgi alanlarından biri haline gelmiştir.

Baretler UV ışınlarına karşı basit ve kullanışlı bir koruma sağlar. Baretlerin UV radyasyonundan korunma derecesini belirlemek için Ultraviyole Koruma Faktörü (UPF) yaygın olarak kullanılır. Baret renklerinin etkisini tanımlamak için bulanık mantık programlamayla belirlenen tahmine dayalı bir model türetilmiştir. UPF için tahmin modeli geliştirilirken süre, baret dış kabuk sıcaklığı renk bileşenleri dikkate alınmıştır. Mavi renk, baretlerin ultraviyole koruma faktörü üzerinde en büyük etkiye sahiptir. Bu çalışma, yeterli ultraviyole korumasına sahip baretlerin mühendisliğine yönelik tavsiyeler sunulmuştur. Sonuçlar deneysel ve tahmin edilen değerler arasında çok iyi bir uyum olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Baret, Radyasyon, Renk, Bulanık Mantık, Güvenlik

Murat KODALOĞLU | muratkodaloglu@isparta.edu.tr
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Teknik Bilimler Meslek Yüksekokulu, Isparta, Türkiye
Isparta University of Applied Sciences Vocational School of Technical Sciences, Isparta, Türkiye

Received/Geliş Tarihi : 28.01.2025
Accepted/Kabul Tarihi: 24.03.2025

I. INTRODUCTION

Ventilation holes in the helmet can increase comfort [1]. However, they should not be used in applications where ventilation is not required [2].

Extreme heat and extreme cold are among the biggest complaints of helmet users [3,4]. Workers do not wear helmets because they are uncomfortable [5]. Helmets reduce airflow, which increases heat-related stress [6,7]. Helmets are important factors, especially in hot climates, so helmet comfort has become important [8,9]. UPF values have been studied in heat transfer in helmets.

Abeysekera et al. measured the heat flux of safety helmets [10,11]. Hsu et al. used the temperature under the helmet shell [12]. Davis et al. measured the physiological responses of workers in a hot environment [13]. Reischl, Coleman et al., Roszkowski, Spaul et al. investigated the heat transfer of helmets [14,15]. Breckemidge et al., Meeheels et al., become dependent on evaporation in hot environments [16,17]. Li et al. ABS outer shells under ultraviolet exposure, hot weather and humid-heat conditions The measured helmets were able to meet engineering tolerances under outdoor, ultraviolet and hot weather conditions and competitive mechanical performance to their intact helmets were investigated by thermal characterizations under humid-heat for 800 hours [18]. Ueno et al. investigated the effects on heat dissipation in industrial safety helmets [19]. Totla et al. ABS material was analyzed for various analyses such as thermal analysis with the help of ANSYS Workbench software. Thermal analysis was performed to examine the insulation properties of the material and the temperature gradient. The coconut shell helmet outer layer showed good insulation properties [20-22].

In this study, a new approach that examines the relationship between the ultraviolet protection factor by consi-

dering the helmet colors with fuzzy logic, unlike the literature, is presented. A predictive model based on fuzzy logic programming was derived to define the effect of helmet colors according to existing practices in the literature. While developing the predictive model for UPF, time, helmet outer shell temperature color components were taken into account. Our study compared the UPF of helmets with the same structure in yellow, blue and white colors. The best explanation of the relationship between colors has been proposed to choose paints by developing helmets for UVR transmission and UV protection [23-26].

II. METHODS

In order to help helmet makers with optimum thermal comfort, measurements were performed based on helmet colors. The modeling method presented in this article clearly demonstrates the dependence between the parameters characterizing the helmet color. Figure 1 shows the measurement made with a thermal camera.

Figure 1: Measurement made with thermal camera



For yellow, blue, white helmets, the helmets were exposed to sunlight between 12:00-13:00 on May 3, 2024, and the outer shell temperatures and UPF values of the helmets were determined with the Flir E40 thermal camera to determine how they changed according to their colors.

In the study, the GBellMF method is a type of membership functions used in the input and output sets, thus the trapezoidal shape, which is a geometric shape, is obtai-

ned. Our input membership functions for yellow, blue and white helmets were chosen in the range of time twelve and outer shell temperature four feet [27-42]. Our output function, UPF, is determined in the sixteen range. It was created with a hundred and twenty rule base in order to understand the effect of the relationship between the determined membership functions on the result. Figure 2 shows the helmet colors used in the study.

Figure 2: Helmet colors used in the study



The sun's radiation penetrating the helmet shell surface is assumed to be equal. To assist helmet makers with optimum UPF, a prediction model for UPF was developed through fuzzy logic based on helmet colors. The method of modeling UPF presented in this article clearly reveals the dependence between the parameters characterizing helmet color. We want to show that the fuzzy logic method is a useful method for estimating UPF for helmet designers.

III. DISCUSSION

We believe that it is impossible to consider all types of paint, so we concentrated our research on selected colors yellow, blue, white. Therefore, although the UPF was influenced by the chemical structure of the dye molecules, the hue was determined by the color parameters characterizing the helmet color in the visible spectrum range.

A. Fuzzy Logic Method Applied to White Helmet

Figure 3 shows the UPF change for a white helmet. Although white helmets have much lower protection against UV rays, white helmets have some advantages in terms

of comfort and reduce heat compared to other colors. Temperature: 37 °C, 38.5 °C, 39.5 °C and 41 °C these levels are important to consider thermal comfort. For this reason, helmet material selection and design should have important insulation properties for UPF. It has been observed that UPF values are between 12.3 and 29.6 in white .

Figure 3: UPF change for white colored helmet

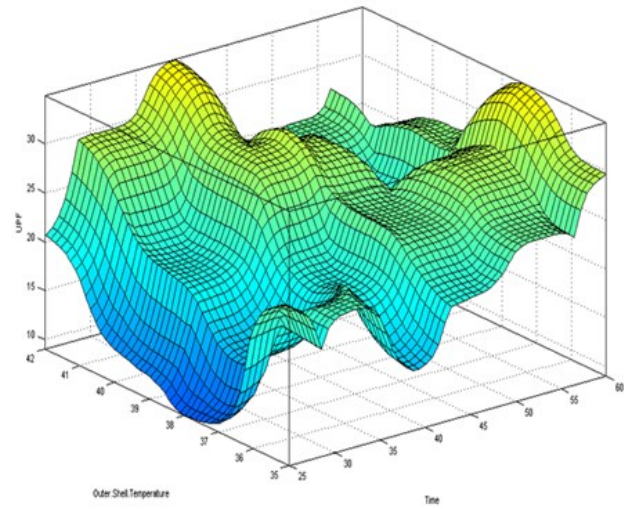


Figure 4: Variation between outer shell temperature and upf for white colored helmet

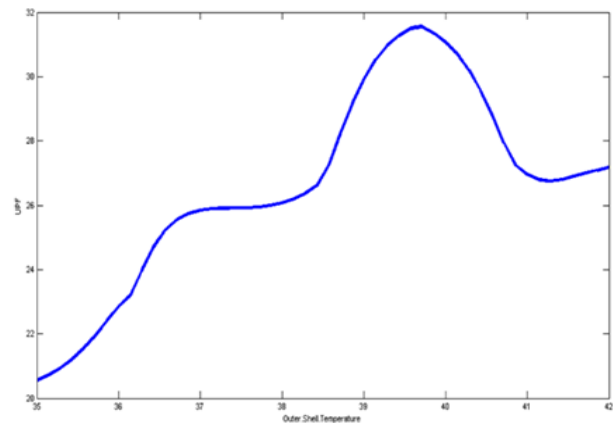


Figure 4 shows the change graph between Outer Shell temperature and UPF for a white helmet. Effect on UPF: 35 to 38 provides low protection, 39 to 41 provides very good protection, 41 to 42 provides good protection. Helmet rated UPF values were found to be “good” in white.

B. Fuzzy Logic Method Applied to Yellow Helmet

Figure 5: UPF change for yellow helmet

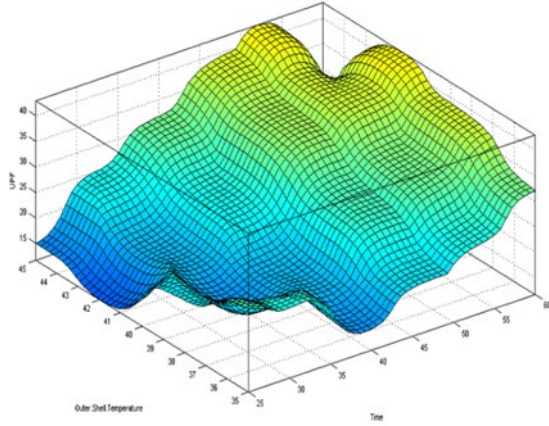


Figure 5 shows the UPF change for the yellow helmet. Yellow helmets react like additives; They increase UV protection because they absorb UV radiation. Temperature: 37 °C, 39 °C, 40 °C and 43 °C these levels are important to consider thermal comfort. For this reason, helmet material selection and design should have important insulation properties for UPF. It has been observed that UPF values are between 15.9 and 35.6 in yellow.

Figure 6: Variation between outer shell temperature and upf for yellow helmet

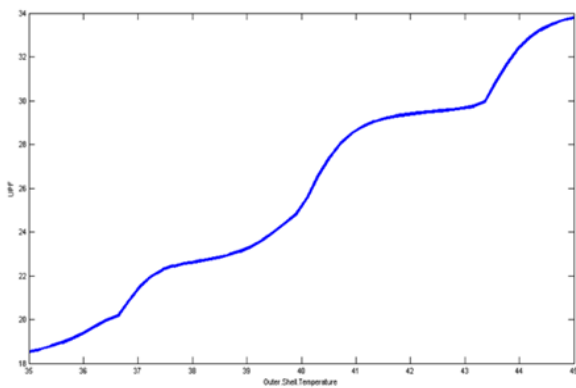


Figure 6 shows the variation between Outer Shell temperature and UPF for the yellow helmet. Effect on UPF: 35 - 41 - low protection, 42 - 43 good protection, 44 - 45 - very good protection. Helmet rated UPF values are

“good” in yellow.

C. Fuzzy Logic Method Applied to Blue Colored Helmet

Figure 7: UPF change for blue helmet

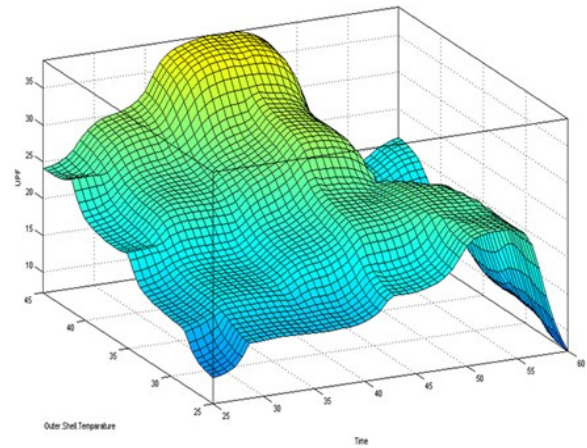


Figure 7 shows the UPF change for the blue helmet. Blue colored helmets react like additives; They provide the highest UV protection because they perfectly absorb UV radiation. Temperature: 30 °C, 35 °C and 40 °C these levels are important to consider thermal comfort. For this reason, helmet material selection and design should have important insulation properties for UPF. It has been observed that UPF values are between 16.3 and 39.4 in blue.

Figure 8: Variation between outer shell temperature and upf for blue colored helmet

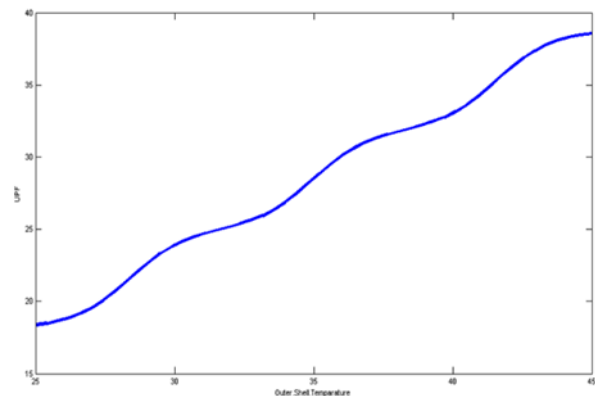
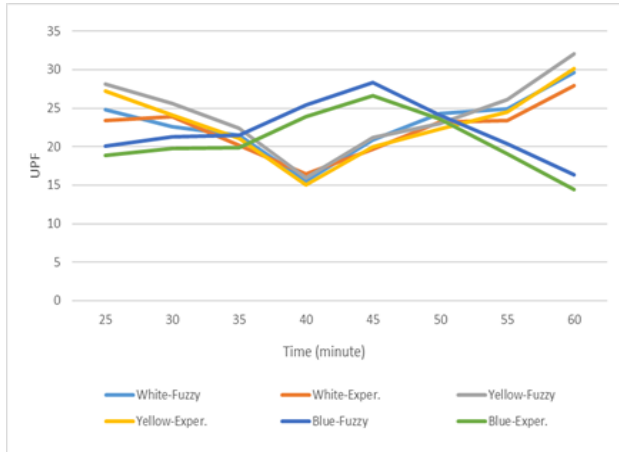


Figure 8 shows the variation between Outer Shell temperature and UPF for the blue helmet. Effect on UPF: 25

to 35 provides low protection, 35 to 40 provides good protection, 40 to 45 provides very good protection. Helmet rated UPF values were found to be “excellent” in blue.

Fuzzy logic and experimental results are given in Experimental values of UPF deviate from predicted ones by an average of 6%; This makes our proposed model satisfactory for the development of helmet structures with the desired UV protection. Fuzzy logic and experiment results are given in Figure 9 for 35 °C and in Figure 10 for 40 °C.

Figure 9: Fuzzy logic and experimental results for 35 °C are given

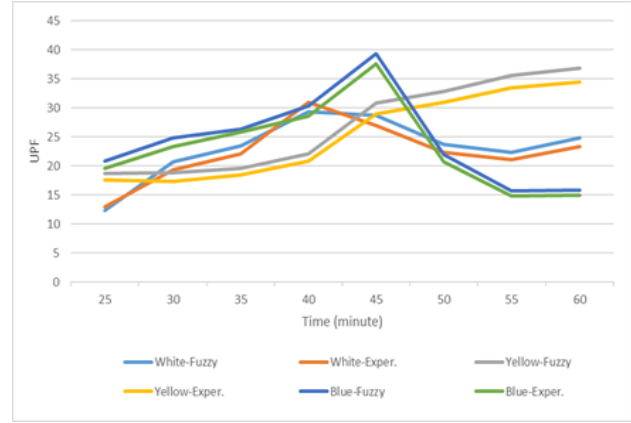


Helmet rated UPF values were found to be “good” on light colors and “fairly good” on yellow and blue colors. It has been observed that with the application of UV absorber material in white helmets, the light-coloured UPF increased from “good” to “fairly good”, thus the protection category of the light-coloured helmet passed from “good” to “fairly good” category. In the yellow and blue color, the rated UPF increased from “good” to “excellent”, a decrease in the permeability of UV rays and an increase in the UPF value of the sample were observed.

Yellow and blue colored helmets provide better protection than light colored ones. It has been observed that the protective properties of helmets against UV rays increase

with paint.

Figure 10: Fuzzy logic and experimental results for 40 °C are given



IV. CONCLUSION

It's clear that color has a big impact on UV protection. Helmets of the same construction but different colors have very different UV protection. Yellow and blue colored helmets offer excellent UV protection; White colored helmets have low UV protection and are not suitable to protect us against UV radiation. But on the other hand, to protect the body against IR radiation, helmets in light pastel colors are suitable. Yellow and blue colored helmets collect a lot of heat and give an unpleasant feeling when wearing them. It is necessary to improve insulation against solar heat, change the surface of the helmet shell and increase thermal protection. It is very important for the helmet manufacturer to both meet the demands and develop a helmet that has good UV protection as well as good protection against heat accumulation.

As a result of the study conducted to see the effect of color on UV transmittance; It has been observed that the protective properties of helmets against UV rays increase and their permeability decreases with the paint. Yellow and blue color helmets have better protection than light colours. With this study, the idea that we should wear light-

coloured clothes, especially in summer, has changed somewhat. If you want to be protected from harmful UV rays, helmets painted in yellow and blue colors should be preferred. The fact that yellow and blue colors also increase body temperature has revealed the fact that it would be more appropriate to use light-colored helmets with UV absorbing material.

AUTHOR CONTRIBUTIONS: Full article by MK.

CONFLICT OF INTEREST: The author declare that there is no conflict of interest and that the article complies with research and publication ethics.

FINANCIAL SUPPORT: This study did not receive financial support from any person, institution or organization .

ETHICS COMMITTEE APPROVAL: Since it does not contain human samples or experimental studies, ethics committee approval was not required.

REFERENCES

- [1] F. M. Shuaib, "Motorcycle helmets: Part I," *Bio-mechanics and computational*, 2002.
- [2] U. Reischl, "Fire fighter helmet ventilation analysis," *Am Ind Hyg Assoc J*, 47 (8) , 546-551, 1986.
- [3] G. T. Egglestone, "Venting of a ballistic helmet in an attempt to reduce thermal loading," *DSTO Aeronautical and maritime research laboratory, Melbourne Victoria*, Australia, 1999.
- [4] H. Mebumder, "Determination of clothing comfort properties with the sweating thermal manikin' in," *Proceedings of The Fifth International Conference on Environmental Ergonomics Maastricht, TNO Institute for Perception, Soesterberg, The Netherlands*, PP 4M, 1992.
- [5] D. A. John, "Ergonomics evaluation of modified industrial helmets for use in tropical environments," *Ergonomics*, 9: 1317-1329, 1988.
- [6] A. Gilchrist, and N.J. Mills, "Modeling of the impact response of motorcycle helmets," *International journal of impact engineering*, 15, 201-218, 1994.
- [7] V. Kostopolous, and Y.P. Markopolous, "Finite element analysis of impact damage response of composite motorcycle safety helmet," *Composites*, 33: 99-107, 2003.
- [8] X. Liu, and H. Holmer, "Evaporative heat transfer characteristics of industrial safety helmets," *Applied ergonomics*, 26: 135-140, 1995.
- [9] Y. Masso, and N.J. Moreu, "Impact compression of polystyrene foam pyramids," *International journal of impact engineering*, 28:653-676, 2003.
- [10] J. D. A. Abeysekera, and H. Shahnava," Adaptation to discomfort in personal protective devices: an example with safety helmets," *Ergonomics*, 33: 137-145, 1990.
- [11] J.D.A. Abeysekera, I. Holmer, and C. Dupois, "Heat transfer characteristics of industrial safety helmets," *Towards human work: Solutions to practical problems in occupational health and safety*, London, pp: 297-303, 1991.
- [12] Y. L. Hsu, "Improving thermal properties of industrial safety helmets," *Int. J. Ergonomic*, 26: 109-117, 2000.
- [13] G. A. Davis, "Effect of ventilated safety helmets in a hot environment," *Industrial ergonomics*, 27: 321-329, 2001.
- [14] A. E. Coleman, and A. K. Mortagy, "Ambient head temperature and football helmet design," *Med Sci Sports*, 5 (3), 204-208, 1973.
- [15] W. Roszkowski, "Guidelines for modernisation of safety helmets," *Ochrony pracy*, 30, 75-86, 1980.
- [16] J. R. Breckenridge, and R. E. Goldman, "Effect of clothing on bodily resistance against meteorological stimuli' in Tromp," *Progress in Human Biometeorology Sweits, Amsterdam*, pp 194-208, 1977.
- [17] J. Mecheels, "Thermophysiologische eigenschaften von kleidungssystemen," , 57, 1029-1030, 1976.
- [18] J. Li, X. Feng, Z. Shen, Z. Zhang, S. Xiao, Z. He, and Z. Hu, "Mechanical and thermal properties of aged helmet outer shells made of acrylonitrile-butadiene-styrene," *Materiale Plastica*, 61(1), 2024.
- [19] S., Ueno, and S. I. Sawada, "Effects of ventilation openings in industrial safety helmets on evaporative

- heat dissipation,” *Journal of occupational health*, 61(2), 157-164, 2019.
- [20] S. K. Totla, and A. M. Pillai, “Analysis of helmet with coconut shell as the outer layer,” *Materials Today: Proceedings*, 32, 365-373, 2020.
- [21] K. Dimitrovski, “Evaluation of the structure of monofilament pet woven fabrics and their uv protection properties,” *Textile Research Journal*, 80(11), 1027–1037, 2010.
- [22] D. Christopher, “Design of appropriate demining personal protection equipment for head and face,” *Final report: catimac competition submission, University of Guelph*. 2005.
- [23] G. K. Günaydın, A. S. Soydan, A. Yavaş, O. Avinç, M. Demirtaş, and S. Palamutçu, “Comparison of some physical properties of woven fabric types produced using naturally colored organic cotton,” *‘Emrel’*. *Proceeding & Abstract Book*, 161, 2019.
- [24] G. K. Günaydın, O. Avinç, S. Palamutcu, A. Yavas, and A. S. Soydan, “Naturally colored organic cotton and naturally colored cotton fiber production,” *Organic Cotton: Is it a Sustainable Solution*, 81-99, 2019.
- [25] Ö. Aydın, and G. K. Günaydın, “Elektromanyetik kalkanlama amaçlı koruyucu tekstiller,” *In 1st International Fashion And Textile Design Symposium Proceedings Special Edition-I*, 76-85, 2012.
- [26] S. Yelkovan, E. K. Çeven, and G. K. Günaydın, “Tekstil ürünlerinde solar geçirgenlik,” *In International Conference on Frontiers in Academic Research*, 1, 351-361, 2023.
- [27] M. Kodaloğlu, and F. A. Kodaloğlu, “Prediction of the ultraviolet protection provided by woven fabric construction using fuzzy logic,” *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, vol. 19 no. 1, 40-52, 2024.
- [28] F. A. Kodaloğlu, and M. Kodaloğlu, “Determining the drying rates of fabrics with different knit structures by fuzzy logic method,” *International Journal of Computational and Experimental Science and Engineering*, vol. 9, 191-196, 2023.
- [29] F. Akarslan, “Dokuma kumaşların kuruma hızı değerlerinin bulanık mantık metodu ile belirlenmesi,” *Tekstil Teknolojileri Elektronik Dergisi* vol. 1 no. 2, 15-23, 2007.
- [30] F. Akarslan Kodaloğlu, “Fuzzy modeling applied to a microwave dryer: Cotton weaving fabric drying process,” *Uluslararası Teknolojik Bilimler Dergisi* vol. 15, no.1, 19-26, 2023.
- [31] F. Akarslan Kodaloğlu, and M. Kodaloğlu, “Fuzzy logic control (flc) for a yarn conditioning system,” *International Journal of Engineering and Innovative Research* vol. 3, 170-179, 2023.
- [32] F. Akarslan Kodaloğlu, A. Elbir, and M. E. Şahin, “Wool drying process in heat-pump-assisted dryer by fuzzy logic modelling,” *Thermal Science* vol. 27, 2023).
- [33] M. Kodaloğlu, and F. Akarslan Kodaloğlu, “Evaluation of noise on ring spinning machines,” *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi* vol. 11, no. 2, 768-775, 2023.
- [34] M. Kodaloğlu, and F. Akarslan Kodaloğlu, “Evaluation of thermal comfort in terms of occupational safety in weaving facilities by fuzzy logic,” *International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry* vol. 6, no. 2, 273-279, 2022.
- [35] M. Kodaloğlu and F. Akarslan Kodaloğlu, “Wearable technologies: wearable sensor and detection of motion sensor data using fuzzy logic”, *Yekarum*, c. 9, sy. 1, ss. 1–19, 2024
- [36] M. Kodaloğlu and F. Akarslan Kodaloğlu, “Thermal comfort effect of natural radiation: color factor in industrial safety helmets, human health”, *Uluborlu Mesleki Bilimler Dergisi*, vol. 7, no. 2, 20-33, 2024.
- [37] M. Kodaloğlu and F. Akarslan Kodaloğlu, “Environmentally friendly recycled leather reinforced composite: thermal and acoustic properties”, *Teknik Bilimler Dergisi*, vol. 14, no. 2, 32-37, 2024.
- [38] M. Kodaloğlu, “The effect of thermal conditions on occupational accidents frequency in textile sector”, *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 6(1), 40-47, 2024.
- [39] M. Kodaloğlu, “Effluent decolorization for sustainable textile: wastewater treatment, environmental risk and human health”, *Uluslararası Sürdürülebilir Mühendislik ve Teknoloji Dergisi*, 8(1), 1-7, 2024.

- [40] M. Kodaloğlu, "Sustainability through textiles recycling: yarn reuse, environmental and human health impact", *International Journal of Engineering and Innovative Research*, 6(2), 98-105, 2024.
- [41] M. Kodaloğlu, "Natural radiation sourced heat stress: thermal comfort depending on color factor in safety reflector vests." *Karaelmas Journal of Occupational Health and Safety* 8.2: 95-103, 2024.
- [42] M. Kodaloğlu, F. A. Kodaloğlu, and A. İ. Kodaloğlu. "Problems faced in export by the ginner role, cost analysis and assessments in terms of occupational safety." *International Journal of Engineering and Innovative Research* 4.1: 23-32, 2021.