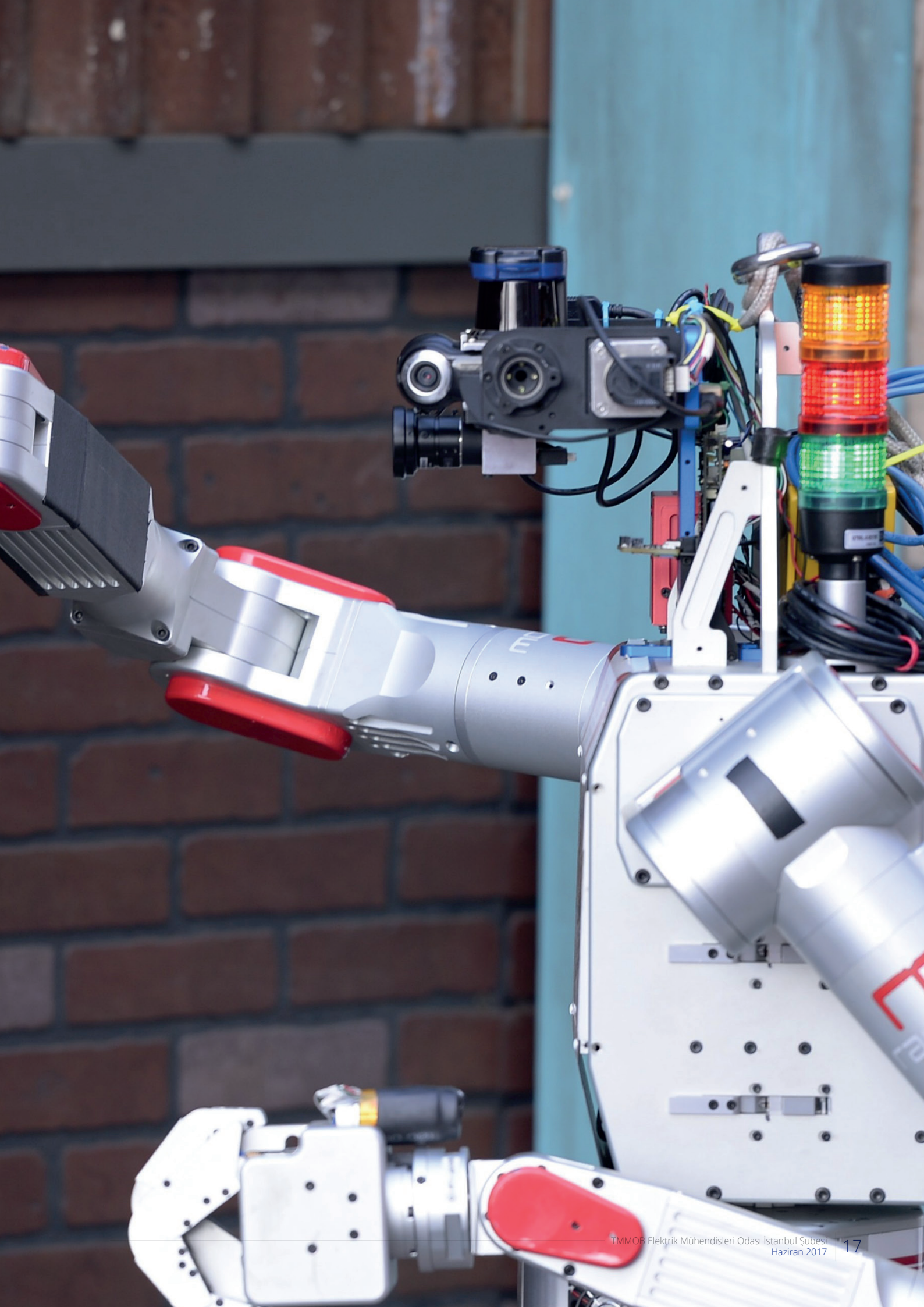




AFETLERDE ROBOTLARIN KULLANIMI

Yrd. Doç. Dr. Figen Özen
Haliç Üniversitesi

Afetler, büyük çapta yıkıma yol açan olaylardır; doğal ya da doğal olmayan kaynaklardan oluşabilirler. Doğal afetlere örnek olarak deprem, kasırga, hortum, orman yangını, kar fırtınası, volkan patlaması, yıkıma yol açan fırtına, toprak kayması, kitleleri sağlık açısından olumsuz etkileyip ölümlere sebep olacak derecede yüksek ısılarla varan sıcak dalgası, sel, kuraklık ve tsunami sayılabilir. Doğal olmayan afetlere örnek olarak ise nükleer reaktör kazası, salgın hastalıklar, yangın, terör saldırısı, siber saldırı, kimyasal ya da biyolojik saldırı verilebilir.



Nasa'nın Uzay Çalışmaları Enstitüsü Goddard'ın, 1880 yılından 2016 sonuna dek topladığı veriden çıkardığı sonuçlara göre, bu yıllar arasında ortalama küresel ısınma 0.8 °C kadardır ve ısınma ivmelenerek artmaktadır [1]. Küresel ısınma yüzünden kuraklık, iklim değişikliklerinden kaynaklanan hastalıkların yaygın şekilde görülmesi, sel felaketlerinde artış, güçlü kasırgalar, sıcak dalgaları, orman yangınları ve diğer doğal afetlerde artış olacağı ve çöllerin genişlemesi sonucu kıtlık olacağı tahmin edilmektedir [2]. Bu sonuç, doğal afetlerde artış olacağını göstermesi bakımından çarpıcıdır. Ayrıca metropolleşmenin ve nüfus yoğunluğunun giderek artması, olası afet durumlarında can ve mal kaybının da artacağını düşündürmektedir.

Doğal ya da doğal olmayan afetler yaşandığında, afetzedelerin sağ olarak kurtarılabilmesi için ilk 48 saat kritik olarak kabul edilmektedir. Bu durumda, işe yarayabilecek bütün kaynakların seferber edilmesi önem kazanmaktadır.

Robotlar, son yıllarda acil durumlarda insanlara yardımcı olmaktadır ve bunun artarak süreceğini söylemek için yeterince uygulama bulunmaktadır.

Afetin meydana geldiği ortam önemli oranda yapısal değişikliğe uğrayabilmekte ve bu da insanların bu ortamda çalışmalarını bazen güçleştirmekte, bazen de imkansız kılmaktadır. Çökme, patlama vb. riskleri olan bölgelere insanların girip araştırma yapması uygun değildir, ancak keşif yapılması, afetzedelerin kurtarılması da gerekmektedir. Bu ve bunun gibi tehlikeli durumlarda robotlar fayda sağlayabilirler. Afet ortamında bulunan insanlar, ortamın depresif yapısından olumsuz yönde etkilenirler. İnsanlar doğaları gereği çok uzun süre verimli çalışamazlar, zihinleri yorulabilir, bunun sonucunda değerlendirmelerinde ve kararlarında hatalar yapabilirler. Öte yandan robotların yorulma ya da psikolojik yönden olumsuz etkilenme gibi sorunları yoktur. İnsanların ve hayvanların çalışamayacağı bölgelerde çalışabilirler. Yapısal hasar tespiti yapmak gerektiğinde, veriyi toplayabilirler. Afetzedeler için yaşamsal önemi olan araçları taşıyabilirler. Konum tespitini yapabilirler. Robotların afet ortamında yapabilecekleri özetlenirse;

- Arama,
- Keşif ve haritalama,
- Enkazın uzaklaştırılması,
- Yapısal inceleme ve adli inceleme,
- Tıbbi yardım,
- Afetzedelerin taşınması ve sıcak bölgeden uzaklaştırılması,
- Mobil tekrarlayıcı,
- Lojistik destek sağlama,

- Enkazın boyutlarının tespiti ya da kestirimi,
 - Direkt müdahale
- ilk akla gelenler olacaktır.

Afetlerde kullanılacak robotların tasarımı başlı başına önemli bir konudur. Diğer robotlardan farklı olarak ekstrem koşullarda çalışabilecek boyutlarda, algılayıcı performansına sahip ve çok dayanıklı olmaları gerekmektedir. Bunların yanı sıra GPS kapsamı haricinde ya da WiFi erişiminin olmadığı yerlerde çalışabilmeleri ve haberleşebilmeleri gerekmektedir. Ek olarak, insanla etkileşim halinde olacağından, hem operatörüyle, hem de afetzede ile iletişim kurabilecek şekilde tasarlanmış olması



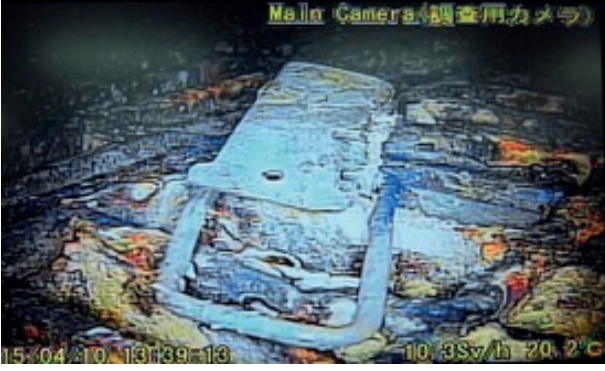
gerekir. Tasarım, afet ortamındaki insanların ruhsal durumlarını göz önüne alarak yapılmalıdır.

ROBOTLARIN AFETLERDE KULLANIMINA ÖRNEKLER

Çalışmalarında robotlara yer veren yardım kuruluşlarından Crasar (Center for Robot Assisted Search and Rescue), 2001-2012 yılları arasında afetlerde kullanılan robotları yandaki tabloda görüldüğü gibi, tiplerine göre sınıflandırmıştır [3]. Tabloda ilk yıllarda kara araçlarının, daha sonraları durumun gerektirdiği şekilde kara, hava ve sualtı araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Bunda teknolojik gelişmelerin de payı bulunmaktadır.

Afet Bölgesi	Yıl	Kara	Hava	Sualtı
Finale Emilia Depremi, İtalya	2012		X	
Tayland Seli, Tayland	2011		X	
Deniz Üssü Patlaması, Kıbrıs	2011		X	
Fukushima Nükleer Santral Kazası, Japonya	2011	X	X	
Tohoku, Tsunami, Japonya	2011			X
Tohoku Depremi, Japonya	2011	X	X	
Christchurch Depremi, Yeni Zelanda	2011	X	X	
Pike River Madeni, Yeni Zelanda	2010	X		
Kayıp Balonla Dolaşanlar, İtalya	2010			X
Prospect Towers, ABD	2010	X		
Deepwater Horizon, ABD	2010			X
Upper Big Branch Madeni, ABD	2010	X		
Wangjialing Kömür Madeni, Çin	2010	X		
Haiti Depremi, Haiti	2010		X	X
L'aquila Depremi, İtalya	2009		X	
Devlet Arşivi Çökmesi, Almanya	2009	X		
Ike Kasırgası, ABD	2008			X
Berkman Plaza II, ABD	2007	X	X	
I-35 Minnesota Köprüsünün Yıkılması, ABD	2007			X
Crandall Canyon Madeni, ABD	2007	X		
Midas Altın Madeni, ABD	2007	X		
Sago Madeni, ABD	2006	X		
Wilma Kasırgası, ABD	2005		X	X
Katrina Kasırgası, ABD	2005	X	X	
La Conchita Toprak Kayması, ABD	2005	X		
McClane Canyon Madeni, ABD	2005	X		
DR No. 1 Madeni, ABD	2005	X		
Excel #3 Madeni, ABD	2005	X		
Charley Kasırgası, ABD	2004	X		
Niigati Chuetsu Depremi, Japonya	2004	X		
Brown's Fork Madeni, ABD	2004	X		
Barrick Gold Dee Madeni, ABD	2002	X		
Jim Walters No. 5 Madeni, ABD	2001	X		
World Trade Center, ABD	2001	X		

Tabloda en eski örnek Amerika Birleşik Devletleri'nde Dünya Ticaret Merkezi'ne 11 Eylül 2001 tarihinde yapılan terör saldırısının hemen ardından yapılan çalışmalardır. Bu uygulama, sivillerin ilgisini afet robotları alanına çekmiştir. Madencilik sektörü, kaza meydana geldiğinde, robot talep eden önemli bir sektördür. Uygulamalara bakıldığında, robotlar daha çok keşif, örnek alma, ölçüm ve hasar tespiti için kullanılmıştır. Fukushima Daichii Nükleer Santrali'nde yıkım amacıyla da kullanılan robotlar vardır.



Şekil 1. Fukushima Daichi Nükleer Santrali'nde robot kamerasından alınan görüntü. Robot, 10 saat çalışmak üzere planlanmış, ancak 3 saatin sonunda çalışmasını durdurmuştur. Bunun ortamdaki aşırı radyasyondan kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Aşırı radyasyon, görüntüde bulanıklık olarak kendini belli etmektedir ve görüntünün alındığı anda 10.3 Sv/saat değerindedir [4].

Robotların bütün çalışmalarda başarılı olduklarını söylemek doğru değildir. Kimi uygulamalardaki başarısızlıklar, üç ana nedenden kaynaklanmıştır:

- Dış etkenler (patlama, vb.),
- Robot sistemlerinden birinin (hareket, algılama, güç, haberleşme, kontrol) bozulması,
- İnsan (operatör) hatası.

Robotların başarısız olduğu durumlar incelendiğinde, sinyal kaybı, sıcaktan kısmen erime, ani kontrol kaybı, takılma, çamura saplanma, çarpışma, kısa devre, kablonun dolaşması, merdivenleri tırmanamamak, ortamdaki köpük ya da çamur yüzünden yavaşlama gibi durumlar göze çarpmaktadır [5].

GÜNÜMÜZDEKİ DURUM

Mevcut kullanım incelendiğinde, öncelikle çoğu arama kurtarma ekibinin robota sahip olmadığı görülmektedir. Robotların afette çok geç devreye alındığı ve çoğu ticari ürün olarak satıldığından, performansları konusunda iyimser öngörülerle işe başlandığı anlaşılmaktadır. Afetlerin kendilerine



özgü ve karmaşık yapıları dolayısıyla, her afette işe yarayacak bir robot tipinin söz konusu olması imkansızdır.

AFETTE RİSKİN AZALTILMASI KONULU BİRLEŞMİŞ MİLLETLER KONFERANSI

Afetlerde riskin azaltılmasını sağlamak için konsensus ve çalışma grupları oluşturmak amacıyla 2015 yılının Mart ayında Birleşmiş Milletler tarafından bir Dünya Konferansı düzenlenmiştir. Bu konferansta, konu ayrıntılı olarak ele alınmış, çeşitli forumlar düzenlenmiştir. Burada acil durumlarda kullanılacak robotların durumu, geçmişteki örnekler ve çözülmesi gereken sorunlar konusunda, çeşitli ülkelerden konunun uzmanları konuşmalar yapmışlardır.

Konferansta, tüm tarafların katılacağı bir uluslararası komisyon kurarak, robotik ve bilişim teknolojileri konularında teknolojik gelişmelerin hızlandırılması ve bu teknolojilerin ulusal acil durum yönetim planlarına ve yönetmeliklerine dahil edilmesinin sağlanması, karara bağlanmıştır.

Kurulacak komisyonun görevleri arasında, risk azaltma konusunda robotik biliminin ulaşmayı hedeflediği amaçları ve başarı kriterlerini tanımlamak, en başta gelenleridir. Hedefler ve bunlara ulaşmak için gerekli çalışmalar, operasyonel düzenlemeler, yasalar, işbirliği koşulları, teknik hazırlık düzeyinin saptanması ve yapılan çalışmaların tanıtılması da komisyonun görevleri arasındadır. Komisyon, yerel, ulusal ve uluslararası gruplara ve devletlere danışma konseyi olarak da yardımcı olacaktır.

Yapılan konuşmalarda, robotik teknolojinin, gelecekte acil durum yanıtı, kurtarma ve acil duruma hazırlık konusunda en önemli unsurlardan biri olacağı belirtilmiştir.

Robotik ve ilgili teknolojilerin son yıllarda kaydettiği hızlı gelişmeler, uygulamaların giderek artmasına yol açmıştır. Örneğin insansız hava araçları geniş afet alanlarını çok hızlı biçimde inceleyebilmiştir, uzaktan kumandalı insansız sualtı araçları, suyun altındaki petrol kuyularında meydana gelen sızıntıları onarabilmiştir. İnsansız kara araçları, hasarlı nükleer santrallarda radyoaktif kirlenmeye maruz kalmış bölgelerde çalışmıştır. Yirmi yıl önce, insansız hava araçları, yalnızca gökyüzünden bilgi toplayabiliyorken, günümüzde, yapıları iyice yaklaşarak detaylı keşif yapabilmektedir. Sadece bununla kalmayıp, küçük açıklıklardan yararlanarak, hasarlı yapıları girebilmekte ve kazazedeleri arayabilmektedir.

Günümüzde insansız kara araçlarında var olan otonomi ve yapay zeka, acil durum görevlilerinin yükünü azaltabilecek seviyeye ulaşmıştır. Aynı zamanda teknolojinin geldiği noktaya, çevreden toplanan bilgi ile yapılan üç boyutlu ölçümler,

coğrafi bilişim sistemlerine (GIS, Geographic Information System) entegre edilebilecek haldedir. Bu nedenle, uzmanların tahminine göre robotik, acil duruma hazırlık, acil durum yanıtı ve kurtarma konusunda on yıl içinde ana araç haline gelecektir.

Robotik, acil durumlarda başlıca aşağıdaki şekillerde katkıda bulunmaktadır:

- 1. Bilgi toplamak ve insanların ya da klasik araç-gerecin yapamayacağı şeyleri yapmak.** Örneğin, erişim dışı yerlerde arama kurtarma çalışmaları, yüksek radyoaktif kirlenmeye maruz kalmış bölgelerdeki incelemeler.
- 2. Riskleri azaltmak.** Örneğin, patlama, zehirli madde ve radyasyon riski olan yerlerde, insanın yerine çalışabilme.
- 3. Zaman ve maliyet konusunda ekonomi sağlamak.** Örneğin, potansiyel olarak hasarlanabilecek yerlerin hızlı bir şekilde incelenmesi, normal koşullar altında iskele kurarak yapılması gereken incelemelerin, iskelesiz gerçekleştirilebilmesi.

Son on yılda acil durumlardaki robot uygulamalarına bakıldığında, bazı eksikliklerin olduğu ve bunların giderilmesi gerektiği görülmektedir. Bunlar iki başlık altında toplanabilir:

1. Teknolojik gelişmeye ihtiyaç vardır. Özellikle;

- Hareket
- Algılama
- Tanıma
- Uzak istasyon ile etkileşim
- Kablolu ve kablolu haberleşme
- İnsanla etkileşim
- Akıllı otonomi
- Görev yürütme performansı
- Acil durum koşullarıyla uyumlu çalışma, patlamanın da gerçekleşebileceği çevre koşullarında çalışabilme

konularında ilerleme sağlanmalıdır.

2. Robotların kullanımı konusundaki sosyal engeller azaltılmalıdır. Özellikle,

- Yol trafiği
- Altyapının ve endüstriyel yapıların onarımı
- Tedarik konusundaki performans testleri
- Tahmin edilen riskler için sigorta

konularındaki yönetmelikler robotları da içerecek şekilde düzenlenmelidir.

Bunların dışında, kimi uluslararası standartların bu yeni teknolojiyle uyumlu hale getirilmesi gerekmektedir. Bu standartlar arasında;

- Güvenlik
- Kablolu frekans tahsis
- Bileşen arayüzleri

bulunmaktadır. Buradaki uluslararası standartlaştırma, sistemlerin büyük ölçeklerdeki afetlerde ülkeler arasında paylaşımını kolaylaştıracak ve böylece pek çok hayatın kurtulmasına yarayacaktır [7].

SONUÇLAR

Yapılan çalışmalar incelendiğinde, robotların öğrenme ve adaptasyon yetenekleri dolayısıyla arama-kurtarma problemini çözmek için gerekli esnekliğe sahip oldukları anlaşılmaktadır. Afet ortamı modellenemez ve tahmin edilemez duruma geldiğinden, robotun otonom olması ve yapay zekaya sahip olması uygun olacaktır. Robot algılayıcılarının enkaz ortamındaki tozlardan, gazlardan ve radyasyondan etkilenmemesini sağlamalıdır.

Arama-kurtarma çalışmalarında robot kullanımı, insan-robot etkileşiminin diğer uygulamalara göre daha ön planda olduğu bir alandır. Gerek operatörle, gerekse afetzedede ile etkileşim gerektiğinden ve ortamın aşırı stresli oluşundan hareketle, insan psikolojisinin kırılma eğilimini hesaba katan bir etkileşim tasarlanmalıdır.

Afetlerde acil yardım, hem hayat kurtarmak, hem de afet sonrası yaşamın ivedilikle normalleştirilmesini sağlamak içindir. Elbette ki, hayat kurtarmanın değerine paha biçilemez. Hayat kurtarmak söz konusu değilse bile, afetlerin ekonomi üzerindeki etkileri düşünüldüğünde, robotları için ihtiyaç duyulan yatırımın göze alınması ve bu konuda yapılacak araştırma-geliştirme çabalarına uluslararası fonların desteğinin, kar amacı gütmeyen, sağlanması gerektiği görülmektedir. Ülkemizdeki çalışmalar henüz başlangıç seviyesindedir ve sıklıkla çeşitli afetlerle karşılaştığımız düşünüldürse, hem kaynak kullanımı, hem de araştırma geliştirme konusunda atılacak adımların hızlandırılması yerinde olacaktır.

Kaynaklar

1. <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/global-surface-temperature-data-gistemp-nasa-goddard-institute-space-studies-giss>
2. http://news.nationalgeographic.com/news/2004/12/1206_041206_global_warming_2.html
3. <http://crasar.org>
4. <https://www.theguardian.com/environment/2015/apr/13/fukushima-robot-stalls-reactor-abandoned>
5. Murphy, R., (2014), *Disaster Robotics*, MIT Press
6. Kruijff, G. J. M., Tretyakov, V., Linder, T., vd., (2012), *Rescue Robots at Earthquake-Hit Mirandola, Italy: a Field Report*
7. Tadokoro, S., (2015), *UN World Conference on Disaster Risk Reduction, IEEE Robotics & Automation Magazine*
8. Özen, F., (2015), *Robotların Arama Kurtarma Çalışmalarında Kullanımı, TOK 2015*