

NÜKLEER KAZALARDA OLAY YERİ YÖNETİMİ

Ali EKŞİ¹

Özet

Nükleer afetler gibi birçok farklı kurumun aynı anda müdahalede görev aldığı karmaşık olaylarda, olay yeri yönetiminde organizasyonun ve koordinasyonun önemi daha da artmaktadır. Nükleer kazalarda müdahale eylemlerinde, radyasyon salınımının engellenmesi ve radyasyona maruz kalmanın azaltılması gibi zamanın çok önemli olduğu eylemler ön plana çıkmaktadır. Nükleer afetlerde hayat kurtarmaya yönelik eylemlerin zamanında ve etkin bir şekilde yapılabilmesi, ancak iyi bir olay yeri yönetim sistemi ile mümkündür. Çalışmada, nükleer afetlerde olay yeri müdahale organizasyonu konusunda bir kavramsal çerçevenin oluşturulması amaçlanmaktadır. Çalışma nükleer afet riski her geçen yıl artan Türkiye’de, konu ile ilgili kurumsal hazırlıklarla ilgili çalışmalarının devam etmesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler; Nükleer Kaza, Nükleer Afet, Olay Yeri Yönetimi, Risk Yönetimi, Müdahale.

INCIDENT COMMAND SYSTEM IN NUCLEAR ACCIDENTS

Abstract

The importance of organization and coordination has been increasing for direction of incident scene in complex incidents such as nuclear disasters for which many different organizations work together. Actions for which time is very critical such as prevention of radiation scattering and the decrease of radiation exposure time gain importance. The timely and effective execution of life saving actions in nuclear disasters is possible only by way of a good incident management system. The objective of this study is to prepare a theoretical framework for the incident scene intervention organization in nuclear disasters. It has cardinal importance to continue for the studies for institutional preparedness since there is an increasing risk of nuclear disaster every year.

Keywords; Nuclear Accident, Nuclear Disaster, Incident Command System, Risk Management, Response.

Giriş

Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması ile oluşan yüksek enerjiden yani fisyon işleminden elde edilir. Fisyon sonrası ortaya çıkan nötronlar, bölünmüş çekirdekler tarafından tekrar yutulur ve bölünme işlemi reaksiyon durdurulana kadar devam eder. Zincirleme reaksiyon olarak tanımlanan bu durum nükleer enerji santrallerinde kontrollü olarak enerji üretmek için kullanılmaktadır. Nükleer tesislerdeki bu kontrollü reaksiyonun kontrol dışına çıkması ya da atıklardaki radyoaktivitenin kontrol dışına çıkarak tesis çalışanlarına, halka ve çevreye zarar verecek oranda yayılması “nükleer kaza” olarak tanımlanır (Güler, 2006).

¹ Yrd.Doç.Dr., Ege Üniversitesi Atatürk Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu, Bornova-İzmir, a_eksi@yahoo.com

Nükleer kazalarda, nükleer tesis donanımında oluşan teknik problemler ve insan kaynaklı nedenler ön plana çıkmaktadır. Dünyada deneyim edilmiş en önemli kazalar olan Fukuşima ve Çernobil kazaları, soğutma sistemlerinin devre dışı kalmasıyla meydana gelmiştir. Fukuşima nükleer tesis kazası, bir doğal afetin nükleer tesislere verebileceği zararı ve nükleer afetlerin diğer afet risklerinden bağımsız değerlendirilemeyeceğini göstermiştir. Depremler, seller, fırtınalar ve kontrol edilemeyen yangınlar gibi doğal afetler, nükleer santraller için ciddi riskler oluşturmaktadır (UCS, 2011; Gunter, 2004).

Nükleer kaza sonrası ortaya çıkabilecek afetin yönetiminde, birçok farklı acil yardım ekibi aynı anda müdahale operasyonlarının içerisinde yer alır. Operasyonun başarısı ve ek risklerden korunmak için ilgili tüm kuruluşların müdahaledeki koordinasyonu için olay yeri yönetimi son derece önemlidir (CNS, 2007). Kıt kaynaklarla başarılı bir olay yeri yönetimi sağlayabilmek ve riskleri yönetebilmek ancak iyi hazırlık yapılmış, iyi planlanmış ve olay yerinde iyi organize olabilen yapılarla mümkündür. Afetlerde olay yeri yönetiminde, bir model olarak, ABD Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (FEMA) tarafından 1970’li yıllardan beri kullanılan ve sürekli geliştirilen “Olay Komuta Sistemi – Olay Yeri Yönetim Sistemi (OYS) ön plana çıkmaktadır. Sistem benzer bir şekilde dünyanın birçok farklı ülkesinde de çeşitli düzeyler de kullanılmaktadır. OYS bir kitlesel olaya yanıtta, olayı kontrol altına almak, can, mülkiyet ve çevredeki varlıkları korumak amacıyla, ortak hedef için çalışan ekiplerin çabalarını koordine etmek adına komuta, kontrol ve koordinasyonu kapsayan bir yönetim modelidir (TSO, 2008).

Nükleer kazalarda olay yeri yönetimi, insanları ve çevreyi radyasyonun zararlarını korumaya yönelik eylemleri barındırır. Olay yeri yönetiminin oluşturulabilmesi için öncelikle olağan dışı durum tanımlanmalı ve olayın yönetiminde görev yapacak birimlere bildirim yapılmalıdır. Olay yeri müdahale alanının belirlenmesi ve riskli alanların izolasyonunun yapılması gerekir. İzolasyon sonrası, halkın maruz kalmasını önleyecek ya da azaltacak çalışmalara başlanmalıdır. Sonrasında etkilenen kişilere sağlık hizmetlerinin sağlanması ve bölgede yaşayanlar için güvenli gıda ve suyun sağlanması gerekir (DME, 2005). Bu çalışmada, nükleer kazalar sonrası oluşabilecek nükleer afetlerde olay yerinde alınması gereken önlemler konusunda bir kavramsal çerçevenin oluşturulması amaçlanmaktadır. Çalışma komşu ülkelerde bulunan nükleer risklere ek olarak, son yıllarda yapmış olduğu nükleer yatırım hamleleri ile nükleer afet riski artan Türkiye’de, konu ile ilgili planlama ve hazırlık çalışmalarının devam etmesi açısından önemlidir.

1. Nükleer Kazanın Tanımlanması ve İletişim

Nükleer tesisin bulunduğu bölgede, radyasyon doz değerinin on dakikanın üzerinde 5 $\mu\text{Sv/saat}$ daha fazla olması durumunda acil durum ve afet yönetimi bilgilendirilmeli ve yüksek dozun nedeni ve risk oluşturan duruma karşı alınabilecek önlemler gözden geçirilmesi gerekir. Bölgede ki olağan dışı doz değerine patlama veya yangının eşlik etmesi ya da doz değerinin 10 dakikanın üzerinde 500 $\mu\text{Sv/saat}$ 'den daha fazla olması durumunda acil durum ilan edilmelidir. Tesiste meydana gelmiş bir kritiklik kazası ya da soğutma sisteminde sorun olması gibi durumlar, riskin daha da büyüyeceği anlamına gelebilir. Nükleer olayların büyüklüğü, "Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği Sistemi (INES)" ile tanımlanır. INES, Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı ve OECD Nükleer Enerji Ajansının işbirliği ile geliştirilmiş ve 1989 yılından beri kullanılmaktadır (TAEK, 2009). Bu değerlendirmede, nükleer olayların tanımlanmasını kolaylaştırmak ve önemini anlatmak için yedi basamaktan oluşan bir ölçek kullanılır. Ölçeğin bir ila üçüncü basamakları küçük nükleer olayları, dört ila yedinci basamakları da nükleer kazaları tanımlar. Değerlendirmede, radyasyonun insanlar ve doğal çevre üzerinde oluşturabileceği riskler, radyasyonun yayılımını engelleyecek bariyerler ve derinliğine güvenlik önlemleri dikkate alınır (IAEA, 2011).

Nükleer tesislerde olağandışı durumlarda öncelikle tesis düzeyinde müdahale eylemleri belirlenmeli, acil uyarı ve iletişim mekanizmaları devreye sokulmalı, korunma önlemleri alınmalı ve gerekirse kurtarma operasyonları başlatılmalıdır. Tesis bölgesinde radyasyon düzeyleri takip edilmeli, ölçümler sıklaştırılmalıdır. Radyasyon yayılımı bölge halkı için risk oluşturacak seviyeye çıkarsa, acil durum yönetimi devreye sokulmalı, halkın korunması için önlemler alınmalıdır. Olayın büyüklüğüne göre, müdahalede yer alacak, acil sağlık hizmetleri, polis, arama-kurtarma, yerel yönetim ve diğer kuruluşlarla iletişim sağlanmalı ve olay yeri yönetimi oluşturulmalıdır. Yapılan çalışmalar mevcut risklerin yönetilmesi, bu risklerden etkilenecek olanların korunması için geliştirilecek eylemlerle birlikte, gelecekte oluşabilecek risklerde düşünülerek geliştirilmelidir. Radyasyon dozları sürekli değerlendirilmeli ve geleceğe yönelik tahminler oluşturulmalıdır (NUPEC, 2002).

2. Riskli Alanların Belirlenmesi ve Müdahale Alanının Oluşturulması

Nükleer kazalar sonrası ortama yayılan radyasyonun, doğrudan etki gösterebileceği bir alan oluşur. Bu doğrudan maruz kalma alanı en radyasyon açısından en riskli bölge olarak tanımlanır ve genellikle insanlarda en ciddi hasarı oluşturur. Riskli alanın belirlenmesinde, radyasyon kaynağına uzaklık, olayın türü ve yayılım gösteren radyasyon doz miktarı belirleyicidir. Riskli alan belirlendikten sonra, insanların korunması adına bu alanın izole

edilmesi ve insan hareketliliğine izin verilmemesi gerekir. Olay yerinde güvenlik alanları belirlenirken, üç kademeli bir alan oluşturulur. Bunlardan ilki olayın merkezi olan sıcak alandır. Bu alana sadece kaynağında zarar azaltma çalışmalarını yapacak özel yetiştirilmiş müdahale ekibi, yangın söndürmede görevlendirilecek özel itfaiye ekibi ve sıcak bölgede bulunan kazazedeleri kurtarmak için özel eğitilmiş müdahale ekibi, ancak yeterli ve uygun koruyucu donanımla girebilir. Bu özel eğitim almış müdahale ekipleri dışında hiç kimsenin sıcak alana girmemesi gerekir. Uluslararası Atom Enerjisi Ajansı sıcak alanın, 100 µSv/saat çevre doz oranı olan alanı kapsamı gerektiğini önermektedir. İkincil alan ya da ılık alan olarak adlandırılan bölgeye, sadece müdahale ekipleri girebilir ve bu alan, halka ve görevi olmayan kamu personeline kapatılır. Bu alan müdahale organizasyonlarının yapıldığı alandır. Bu alanda, olay yeri yönetim merkezi, triyaj alanı, arındırma alanları, tahliye alanı, acil tıbbi müdahale gibi hizmetlerin organizasyonu yapılır. Sıcak bölgede ve müdahale alanında, bir şey yeme, içme ve sigara içilmesi yasaklanmalıdır. Üçüncül alan ise tamamen riskten arındırılmış alandır ve soğuk bölge olarak da tanımlanır. Bu alan; görevli olmayan üçüncü kişiler ya da yaralı yakınları, basın ve VIP kişilerin beklemesi önerilen alandır (Ohio Responds, 2011).

Nükleer olaylarda radyasyon riski, sıcak bölge ile sınırlı değildir. Soğuk bölge sınırı belirlendikten sonra, sivillere yasak alanlar belirlenmeli ve bu alanlar iletişim araçları ile kamuoyu ile paylaşılmalıdır. Riskli bölge sınırları, herkes tarafından bilinen yollar, cami, okul gibi yapılar tarif edilerek tanımlanmalıdır. Riskli alanlara girişler kontrollü yapılmalı, alandan çıkan herkes de kirlilik kontrolü yapılmalıdır. Yapılan kontrollerde, radyasyona maruz kalmış ya da bu yönde risk taşıyanlar gözden kaçırılmamalıdır. Radyasyona maruz kalmış olanlarda arındırma mümkün olduğunca hızlı yapılmalı, acil müdahale gerekenler için acil sağlık hizmetleri planlanmalıdır. Acil tedavi için sağlık kuruluşlarına nakledilecek kazazedeler, olay yerinde arındırma yapıldıktan sonra nakledilmelidir (NDMA,2009).

3. Korunma ve Maruz Kalmayı Azaltmaya Yönelik Müdahale Eylemleri

Nükleer kazalarda daha fazla hayat kurtarmanın yolu, maruz kalan yani radyasyondan etkilenen kişi sayısının azaltılmasına bağlıdır. Ne kadar fazla kişi radyasyona doğrudan ya da dolaylı olarak maruz kalırsa, hasarda o kadar büyük olur. Özellikle kaza bölgesinde yaşayan sivil halkın radyasyona maruziyeti azaltmak için bir takım sistemli eylemler ve planlamalar gerekir. Bu planların başarılı bir şekilde uygulanabilmesi içinde kurumsal sorumlulukların iyi tanımlanması gerekir.

3.1. Müdahale eylemlerinde sorumluluklar

3.1.1. Kriz yönetim merkezinin sorumlulukları

Kriz yönetim merkezi tüm müdahale eylemlerinin yönetildiği komuta merkezidir.

Bu merkezin sorumlulukları;

- Müdahale planlarını yapmak ve eylemlerinin çeşidine karar vermek,
- Sivil halkı riskten korumak için eylemler geliştirmek,
- Ek destek ve yardım talepleri için kaynak sağlamak,
- Birlikte görev yapan müdahale ekiplerinin koordinasyonunu sağlamak,
- Müdahale kurumları arası iletişim faaliyetleri sağlamak,
- Halkı bilgilendirmek olarak sıralanabilir (EKŞİ, 2014:158).

3.1.2. Özel müdahale ekiplerinin sorumlulukları

Nükleer tesis bulunan ülkelerde, müdahale kurumlarının içerisinde nükleer olaylara müdahale edecek özel yetişmiş bir ekibin olması gerekir. Bu ekip özellikle sıcak alanda, zarar azaltmaya yönelik çalışmaları yapabilecek kapasiteye sahip olmalıdır. Bu ekibin üyeleri, tam vücut koruyucu elbise, kişisel dozimetre, bağımsız solunum cihazı gibi donanımlara sahip olmalıdır.

Bu ekibin sorumlulukları;

- Radyasyon kaynağında güvenlik sistemlerinde oluşmuş arızaların giderilmesi,
- Radyasyon salınımını önlemek için yeni güvenlik önlemlerinin oluşturulması olarak sayılabilir (IAEA, 2006).

3.1.3. İtfaiye ekiplerinin sorumlulukları

Özel müdahale ekipleri dışında, sıcak alana girme yetkisi olan ikinci ekip, itfaiye ekipleridir. İtfaiye ekiplerinin de özel müdahale ekipleri gibi tüm koruyucu ekipman ile donatılmış olması gerekir. Normal iş hayatlarında, koruyucu kıyafetleri ve solunum cihazları gibi ekipmanları sıkça kullanan itfaiye ekipleri, nükleer olaylara müdahaleye en hazır ekipler olarak tanımlanır. İtfaiye ekibinde, ilk yardım malzemeleri ve yaraların arındırılması için kullanmak üzere, su tankları da bulunmalıdır.

Sıcak alanda itfaiye ekibinin sorumlulukları;

- Yangınların kontrol altına alınması ve yeni oluşabilecek yangınlara karşı önlemlerin geliştirilmesi,

- Patlama ve diğer tehlikeli maddeler gibi konvansiyonel tehlikelerin kontrolünün sağlanması,
- Sıcak alanda arama ve kurtarma çalışmalarının yapılması,
- Sıcak alanda yaralıların ilk yardımının yapılması,
- Sıfır noktasında yer alan kazazedelerin tahliyesi olarak sayılabilir.

3.1.4. Acil sağlık ekiplerinin sorumlulukları

Acil sağlık ekipleri soğuk alanda görev yaparlar. Nükleer tesis kazalarında lokal radyasyon yaralanmaları ya da akut radyasyon sendromu daha çok tesis çalışanlarında görülen sağlık sorunlarıdır. Bununla birlikte, tesise yakın bölgelerde bulunanlarda çeşitli düzeylerde radyasyona maruz kalma olabilir.

Acil sağlık ekiplerinin sorumlulukları;

- İtfaiye ekipleri tarafından sıcak alandan çıkarılmış olan kazazedelere acil tıbbi müdahalenin başlatılması,
- Olay yerinde bulunan radyasyona bağlı ya da diğer nedenlere bağlı gelişmiş olan yaralanmalara müdahale,
- Tıbbi nakil ve alıcı hastaneler ile koordinasyonu sağlamak,
- Ölümün olması durumunda geçici bir morg alanı oluşturmak,
- Radyasyona maruz kalmaya yönelik koruyucu tıbbi tedaviyi sağlamak,
- Radyasyon yaralanmalarında semptomatik tedaviye başlamak olarak sıralanabilir.

3.1.5. Kolluk birimlerinin sorumlulukları

Nükleer kazalarda, kaza alanında ki düzenin sağlanması ve özellikle girişe yasak bölgelerde giriş ve çıkış kontrolünün sağlanması son derece önemlidir.

Kolluk birimlerinin sorumlulukları;

- Güvenlik kordonlarının oluşturulmasına yardımcı olmak,
- Riskli alanlarda bulunan bireylerin tahliyesine yardımcı olmak,
- Müdahale alanlarına giriş ve çıkışları kontrol etmek,
- Kaza alanında ki ulaşımı denetlemek,
- Halkın yönlendirilmesine ve halkla iletişime yardımcı olmak,
- Boşaltılan alanlardaki halkın mallarını korumak,

- Olay yerinde ki kanıtları korumak olarak sıralanabilir (EKŞİ, 2014:161).

3.2. Kurtarma çalışmaları

Nükleer kazalarda, sıcak alanda kurtarma ve ilk yardım çalışmaları itfaiye ekipleri ve özel müdahale birlikleri tarafından yapılmalıdır. Kurtarma operasyonları konvansiyonel acil durumlardan farklı değildir. Ancak kurtarma personeli radyasyon tehdidinden haberdar olmalı ve gerekli koruyucu önlemleri almış olmalıdır. Sıcak alandan kurtarılan kazazedeler için ilk arındırma silerek ya da su tankları aracılığıyla yıkanarak yapılmalıdır. Sıcak alandan çıkarılan yaralılar, itfaiye ekipleri tarafından acil sağlık ekiplerine teslim edilmeli ve acil sağlık ekipleri kirlilik açısından uyarılmalıdır. Yangın sonrası dumandan ve külden etkilenmiş herkese arındırma uygulanmalıdır. Bir yaralının ilk ve acil yardıma ihtiyacı olması durumunda, kirlenmiş olsa bile gerekli bakım zaman kaybetmeksizin başlanmalıdır. Önemli olan ilk fırsatta arındırmanın sağlanması ve bu aşamaya kadar yaralı ve eşyaları ile direkt temastan kaçınılmasıdır (NDMA, 2009).

3.3. Tıbbi müdahale alanının oluşturulması

Sıcak alandan çıkarılan yaralılara acil tıbbi müdahale için ılık alanda bir tıbbi müdahale alanının oluşturulması gerekir. Bu alan rüzgarın yönü ve radyasyon doz oranı dikkate alınarak belirlenmelidir. Müdahale sırasında rüzgar yönü, sıcak alandan müdahale alanına doğru esmelidir. Müdahale alanında sürekli radyasyon dozu takip edilmeli, doz seviyesi 10 $\mu\text{Sv/saat}$ 'in üzerine çıktığında alan değiştirilmeli, doz seviyesinin daha düşük olduğu bir alana geçilmelidir. Yaralılara müdahale alanında, kirlilik oranlarına ve ek yaralanmalarına göre triyaj uygulanmalı, yıkayarak arındırma sağlanmalı, radyasyon hasarına karşı koruyucu tıbbi bakım ve yaralanmalara karşı acil tıbbi bakım sağlanmalıdır. Hastaların sağlık kuruluşlarına nakli için bir tıbbi nakil organizasyonu yapılmalıdır. Yangın ve patlama riskinin olduğu durumlarda, radyasyon doz oranına bakılmaksızın müdahale alanı daha uzak bölgelere taşınmalıdır (Palma, 2007).

3.4. Müdahale personeli için koruyucu önlemleri

Sıcak ya da ılık alanda görev yapan tüm müdahale personeli kişisel dozimetre ve koruyucu giysilere sahip olmalıdır. Müdahale sırasında kaynağa yaklaştıkça ya da radyasyon doz oranı arttıkça, koruyucu önlemlerinde yükseltilmesi gerekir. Özel müdahale ekipleri ve itfaiyeciler inhalasyon tehlikelerine karşı solunum koruyucu teçhizat ile donatılmıştır. Ancak diğer müdahale ekiplerinde, solunum koruma ekipmanları ve eğitimi yeterli olmayabilir. Özellikle sıcak alanda görev yapan müdahale personeli için izin verilen maruz kalma dozu üst sınırı 50 mSv/saat'dir. Bununla birlikte, acil tedbirlerin uygulanmasında ve krizin gelişimini

önlemek için görevli ilk müdahale ekibinde ve sıcak alanda çalışacak itfaiyecilerin insan hayatlarını kurtarmak için vazgeçilmez eylemlerinde, radyasyona maruz kalma dozuna 100 mSv/saat'e kadar izin verilebilir. Müdahale sırasında, personelin en az zarar görmesi için doz oranları mümkün olduğunca düşük tutulmalıdır. Müdahale personeli, özellikle de sıcak alanda radyoaktif maddelerle ve kirlilik şüphesi olan malzemelerle, doğrudan herhangi bir temasta bulunmamalıdır. Yaralılar üzerinden çıkan kıyafetler ve eşyalar kirli atık olarak kabul edilmeli ve özel poşetlerde saklanmalıdır. Yine müdahale ekibi tarafından kullanılan kıyafetler, müdahale ekipmanları ve malzemeler kirli atık olarak kabul edilmelidir. Sıcak alanda, herhangi bir ekipman ya da malzeme temizlenmeye ya da tamir edilmeye çalışılmamalıdır (NUPEC, 2002).

3.5.Halkta maruz kalmayı azaltmaya yönelik çalışmaların başlatılması

Nükleer kazalardan sonra, bölgede yaşayan sivil halkta radyasyona dış ve iç maruz kalmanın engellenmesi gerekir. Nükleer olaydan sonra, maruz kalma yolları zamanla ilişkili olarak değişmektedir. Erken dönemde radyasyon bulutları ve inhalasyon yolu ile alınan radyasyon risk oluştururken, orta ve geç dönemde kirlenmiş kıyafet, toprak, su ve gıda gibi araçlar ile maruz kalma oluşur. Maruz kalmayı azaltmaya yönelik müdahale eylemlerinde erken dönemde, riskli alanların izolasyonu, kapalı barınma ve tahliye gibi seçenekler kullanılırken; orta ve geç dönemde gıda ve su kontrolünün sağlanması, koruyucu tıbbi tedavinin yapılması gibi eylemler kullanılır (Paulison; 2008: 45033).

3.5.1. Halkı korumaya yönelik eylemler

Radyasyonun erken ve geç etkilerinden halkı koruyabilmek için alınabilecek önlemler, kapalı barınma, sığınaklarda kitlesel barınma, tahliye, gıda ve su kontrolünün sağlanması olarak sıralanabilir. Radyasyona maruz kalmada radyasyonun tipi ve maruz kalma süresi çok önemlidir. Bu nedenle, radyasyona maruz kalma olasılığını azaltmak için kaynakla aradaki koruyucular ve mesafe ön plana çıkmaktadır. Risk altındaki halkın yüksek hava sızdırmazlığına sahip bir yerde barınmasının sağlanması, kitlesel barınma sığınaklarına nakledilmesi, riskli alandan tamamıyla tahliye edilmesi, halkın radyasyondan korunmasına yardımcı olur (Paulison; 2008:45046; Critchlow, 2006).

3.5.1.1.Barınma önlemleri

Barınma önlemlerinde radyasyon doz değerleri belirleyici olmaktadır. Barınma önlemi olarak, geçici kapalı barınma ve kitlesel barınma ön plana çıkmaktadır.

(i) Geçici kapalı barınma

Kapalı barınmada, etkinliğin sağlanması için hava sızdırmazlığının tam olarak sağlanması gerekir. Yaşam alanlarında radyasyon doz oranının 10 mSv/saat'in üzerine çıktığı durumlarda, halka öncelikle kapalı barınma talimatı verilir. Halk talimatı aldıktan sonra, evlerinin içerisinde kalmalı ve tüm camları, kapıları ve havalandırma sistemlerini kapatmalıdır. Kapalı barınmanın, halkın gündelik eylemlerinden çok fazla vazgeçmeden uygulanabilmesi gibi avantajlarının yanı sıra, kirlilik kontrolünün ve gıda güvenliğinin sağlanamaması gibi dezavantajları vardır. Bu korunma yöntemi riskin geçici olduğu ve radyasyon doz seviyesinin artmasının beklenmediği durumlarda kullanılabilir.

(ii) Kitlesele barınma

Yaşam alanlarında, radyasyon doz oranının 50 mSv/saat'in üzerine çıkması durumunda, halkın daha önce planlanan, tam hava sızdırmazlığa sahip beton binalarda kitlesele olarak barınmaları sağlanır. Beton binalar tüm vücudu özellikle tiroidi radyasyon maruziyetinden korur. Kitlesele barınmanın, kirlilik kontrollerinin yapılabilmesi, gıda ve içecek kontrolünün sağlanması, sağlık hizmetinin verilebilmesi gibi avantajlarının yanı sıra, yeterli hijyen ve kontrolün sağlanamaması durumunda salgın hastalık gibi dezavantajları bulunmaktadır (NUPEC, 2002; Baverstock,1999).

3.5.1.2. Tahliye

Yaşam alanlarında radyasyon doz oranının 50 mSv/saat üzerine çıkması ve salınımın uzun süre olmasının beklendiği durumlarda, halk daha güvenli alanlara tahliye edilebilir. Tahliyelerin ek riskler oluşturmaması için afet planlarında tanımlanmış olması ve tatbikatlarla sınanmış olması gerekir (Soffer, 2008).

3.5.2. Sağlık hizmetlerinin sağlanması

Radyasyona iki tür maruziyet söz konusudur. Dış maruziyet; vücudun dışından radyasyona maruz kalması olarak tanımlanır. Bu duruma özellikle nükleer tesislerde meydana gelen kazalar sonrası nötron ve gama ışınlarının serbest kalması sonucu oluşan radyoaktif serpiniler neden olmaktadır. Dış maruz kalmanın temel tedavisi silerek ya da ilk fırsatta yıkayarak arındırmadır. İç maruziyet ise yiyecek ve içecekler aracılığıyla ya da inhalasyon yolu ile vücuda alınan radyasyonun, organların (tiroit, akciğer, kemik, mide ve bağırsak, vb) belirli kesimlerinde birikmesi sonucu vücutta zarar oluşturmasıdır. Bu duruma iyonize radyasyonlar olan, alfa ve beta gibi ışınlar neden olmaktadır. Radyasyona maruz kalmada tedavi, maruz kalma türüne, maruz kalınan doz oranına ve ek yaralanmalara göre değişir.

3.5.2.1. Alanda maruz kalma yaralanmalarında ilk tıbbi bakım

Maruz kalma yaralanmalarında ilk tıbbi bakım eylemleri; maruz kalınan dozun ölçümü, arındırma, koruma, maruz kalınan doz ve ek yaralanmalara göre triyajın yapılması, acil tıbbi tedavinin yapılması ve gözetimden oluşmaktadır. Hastaların korunması için barınma tedbirleri ile birlikte uygulanacak koruyucu iyot kullanımı gerekebilir. Triage uygulaması, acil bakım önceliklerinin belirlenmesi ve hastaların nakledileceği sağlık kurumlarının belirlenmesi için kullanılır (NUPEC, 2002).

3.5.2.2. Kitlesele barınma alanlarında ilk tıbbi bakım

Kitlesele barınma alanlarında ki ilk tıbbi bakım; tarama, gözetim, arındırma, küçük ek yaralanmalar için ilkyardım, koruma amaçlı iyot kullanımı ve gereken durumlarda hastaların sağlık kuruluşlarına naklinden oluşur. Nükleer krizlerde, etkilenen nüfusun yoğun olduğu durumlarda, düşük dozda maruziyeti olan hastaların bir kısmı, sağlık kuruluşları yerine kitlesele barınma alanlarında gözlem altında tutulabilir. Ancak maruz kalma doz oranı yüksekse ya da ciddi ek yaralanmalar söz konusu ise kazazedeler mutlaka sağlık kuruluşlarına nakledilmelidir. Kitlesele barınma alanlarında radyasyona maruz kalma ile birlikte, ikincil enfeksiyonlar, su ve ilaç sıkıntısı nedeniyle oluşmuş hastalıklar, su bazlı ve vektör kaynaklı hastalıkların tekrarlayan salgınları olabilir (NDMA, 2009).

3.5.2.3. Koruyucu iyot uygulaması

İç maruziyette, tiroid bezi vücudun radyasyondan zarar görmesi muhtemel en hassas organıdır. Tiroitte biriken radyoaktif iyot, tiroit kanseri gibi geç ortaya çıkan sağlık etkilerine neden olabilir. İyot kullanımında amaç, tiroitte radyoaktif iyot birikiminin önlenmesidir. İyot kullanımı, dış maruz kalmada ve diğer organların korunmasında etkili değildir. Koruma önlemi olarak iyot kullanımı barınma ve tahliye gibi diğer koruma tedbirleri ile birlikte uygulanmalıdır. Tek başına iyot kullanımının koruyuculuğu sınırlıdır (NUPEC, 2002).

(i) Koruyucu iyot kullanımının koşulları

Radyoaktif iyoda maruz kalma durumunda, tiroid kanseri riski en çok çocuklardadır. 40 yaşın üstünde olan yetişkinlerde tiroid kanseri riski düşüktür ve 40 yaş üzeri yetişkinlere koruyucu iyot kullanımı önerilmemektedir. Bununla birlikte aşağıdaki kişiler ilaç kullanımının dışında tutulmalıdır:

- İyota karşı aşırı duyarlılık öyküsü olan kişiler,
- Her türlü mevcut veya geçmişte tiroid hastalığı olan kişiler,
- Dermatit herpetiformis ve hipokomplementemik vaskülit hastalığı olanlar.

(ii) Koruyucu iyot kullanımında doz

Koruyucu iyot kullanımında önerilen dozlar, maruziyet süresine ve dozuna göre, barınma koşullarına göre, coğrafi alanlara ve iklim koşullarına göre değişebilir. Nükleer kazalarda koruyucu iyot kullanımı dozunu, kriz yönetim merkezi ilgili uzmanlara danışarak belirlemelidir. İyot kullanımı, 13 yaş ve üzerinde 100 mg'lık tek tablet, 3 yaştan 13 yaşa kadar olan çocuklarda yarım tablet (50 mg), 3 yaşa kadar çocuklarda ¼ tablet (25 mg) ve yeni doğanda da 1/8 tablet (12,5 mg) iyot tek doz uygulanmalıdır. Yeni doğandan 7 yaşa kadar iyot, suda (saf su, arıtılmış su veya enjeksiyonluk su) eriyen toz formda uygun miktarda hazırlanarak ya da tek doz şurup halinde kullanılmalıdır. İlacın ikinci kez kullanımı gerekiyorsa, öncelik halkın tahliyesinde olmalıdır (Baverstock, 1999).

Sonuç

Nükleer kazalarda daha hayat kurtarmak, radyasyona maruz kalan kişi sayısının sınırlanması ile yani insanların radyasyon maruziyetinden korunması ile doğru orantılıdır. Radyasyona maruz kalmayı önleyici müdahale eylemleri için birçok müdahale kuruluşunun koordinasyon içerisinde zamana karşı mücadele etmesi gerekir. Nükleer kazalarda müdahalenin etkinliğinin korunabilmesi ve mümkün olduğunca fazla hayatın kurtarılabilmesi için iyi planlanmış, hazırlık çalışmaları yapılmış olay yeri yönetim sistemleri ile mümkündür. Türkiye'de nükleer afet risk oranını artması ile birlikte, müdahale kurumlarının olay yeri yönetim sistemlerini gözden geçirmesi ve en ideal organizasyon için hazırlık çalışmalarına ağırlık vermesi gerekmektedir.

Kaynaklar

- Baverstock, K. (1999). *Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents Update 1999*. World Health Organization. Geneva. Belgium.
- CNS. (2007). *Spanish Nuclear Safety Council Emergency Response Organisation and Action Plan*. Consejo de Seguridad Nuclear. Madrid. Spain.
- Critchlow, RD. (2006). Nuclear Command and Control: Current Programs and Issues. Congressional Research Service. The Library of Congress. <https://fas.org/sgp/crs/nuke/RL33408.pdf>, 04.12.2016.
- DME. (2005). National Nuclear Disaster Management Plan. South Africa Government Department of Minerals and Energy. Pretoria. South Africa.
- EKŞİ, A. (2014). *Nükleer Kazalarda Bütünleşik Kriz Yönetimi*. Ege Üniversitesi Basım Evi. İzmir.

Gunter, P. (2004). Natural Disasters and Safety Risks at Nuclear Power Stations. NIRS (Nuclear Information and Resource Service). Washington, DC. USA. <http://www.nirs.org/factsheets/naturaldisaster&nuclearpower.pdf>, 04.12.2016.

Güler, T. (2006). Nükleer Enerji Üretim Sürecinde Kazalar, Nükleer atıklar ve Çevre Sorunları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi.

NDMA. (2009). *National Disaster Management Guidelines Management of Nuclear and Radiological Emergencies*. National Disaster Management Authority Government of India. New Delhi. India.

NUPEC. (2002). *Emergency Planning And Preparedness For A Nuclear Power Plant Accident In Japan*. Nuclear Power Engineering Corporation. International Cooperation Program for Nuclear Power Safety. Japan.

Palma, CR. (2007). Off-Site Nuclear Emergency Management and Restoration Of Contaminated Environments. Directorate-General for Research Euratom. Belgium.

Paulison, RD. (2008). Hazard Mitigation Grant Program. *USA Federal Register*. 73(149):45029-45048.

IAEA. (2006). Basic İnfrastructure for a Nuclear Power Project. Vienna, Austria. June 2006. IAEA-TECDOC-1513.

IAEA. (2011). The International Nuclear and Radiological Event Scale. IAEA Web Site. <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/emergency/ines.asp>, 04.12.2016.

Ohio Responds (2011). Principles of Triage During A Mass Casualty Incident <http://www.ohioresponds.gov/docs/Triage.pdf>, 04.12.2016.

Soffer, MA., Schwartz, D., Goldberg, A., Henenfeld, M., Bar-Dayana, Y. (2008). Population Evacuations in Industrial Accidents: A Review of the Literature about Four Major Events. *Prehospital and Disaster Medicine*. 23(3): 276-281.

TAEK. (2009). Uluslararası Nükleer ve Radyolojik Olay Ölçeği (INES). Türkiye Atom Enerjisi Ajansı Web Sayfası. <http://www.taek.gov.tr/bilgi-kosesi/kaza-ve-tehlike-durumu/115-kaza-ve-tehlike-durumu/297-uluslararasi-nukleer-olay-olcegi-ines.html>, 05.12.2016.

TSO (The Stationery Office) (2008). *Fire Service Manual, Fire Service Operations*. The Stationery Office, London, United Kingdom.

UCS. (2011). Nuclear Accident ABCs. Union of Concerned Scientists Web Site. http://www.ucsusa.org/assets/documents/nuclear_power/explaining-japan-nuclear-reactor-disaster.pdf, 06.12.2016.

