

Düşük Dozda Risk Değerlendirmesi Veya Risk Değerlendirmesine Giriş

Düşük Dozda Toksikolojisi – Yaygın Kullanılan Kimyasalların Sağlığa Etkileri
Kitabının Üçüncü Baskısının 3. Bölümü

Steven G. Gilbert, PhD, DABT
Nörotoksikoloji ve Nörolojik Bozukluklar Enstitüsü (INND)
Seattle, WA 98115
tarafından

E-posta: sgilbert@innd.org

Destekleyici web siteleri
Web: www.asmalldoseof.org - "A Small Dose of Toxicology"

Giriş ve Tarihçe

Risk değerlendirmesi hem eski hem de yeni bir kavramdır. İnsan ve hayvanların bir eylemin zarar verme riskine karşı faydalarını değerlendirerek hayatta kalması anlamında eskidir. İlk insanlar için avlanmak veya yeni bir bitkiyi tüketmek zarar görme riski içerirken hiçbir şey yapmamak da aç kalma riskini içeriyordu. Günümüz toplumunda ise bu tür bilimsel olmayan risk değerlendirmeleri artık daha çok az pişmiş hamburger yemek veya kasksız bisiklet sürmenin risklerine yöneliktir. Daha bilimsel bir dille, risk değerlendirmesi artık toksisite ve maruziyete dayalı matematiksel bir risk hesaplamasını ifade etmektedir.

"Eğer birisi ateş bulduktan sonra onun riskini değerlendirseydi, yiyeceklerini çiğ yemeye karar vermiş olabilirdi."

Julian Morris, Londra Ekonomik İşler Enstitüsü

Kimyasal maruziyet riskine ilişkin endişenin uzun bir geçmişi vardır. Belirli bir süre, gıda zehirleri yönetimdekiler için endişe kaynağı olmuştur.

"Bir insan için yiyecek olan şey, diğerleri için şiddetli zehir olabilir."

Lukretius (MÖ 99 – MÖ 55)

Percivall Pott, mesleki maruziyete bağlı bir sağlık riskine ilişkin ilk gözlemlerden birisini yapmıştır. 1775'te, baca temizleyicilerinde skrotum kanseri görülme sıklığının arttığını belirtmiştir. Bir asır sonra, 1895'te, anilin boyası ile endüstrisindeki işçilerin mesane kanseri gelişme olasılığının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir.

" Risk değerlendirme verilerinin yakalanmış bir casus gibi olabileceğini unutmamalıyız: Yeterince uzun süre işkence ederseniz, bilmek istediğiniz her şeyi size söyleyecektir."
(William Ruckelshaus –ABD EPA'nın 1. yöneticisi 1984.)

Sanayi devriminin başlaması ve kimya mühendisliğindeki ilerlemelerle birlikte kimyasallara maruz kalan işçi sayısı hızla artmıştır. Kimyasallara maruz kalma riskini sistematik olarak değerlendirmek için ilk çabalar 1938 yılında Washington, D.C.'de daha sonra Amerikan Hükümet Endüstriyel Hijyenistler Konferansı (ACGIH) ismini alacak olan bir grubun toplanmasıyla başlamıştır. 1941'de ACGIH'nin Kimyasal Maddeler Komitesi kurulmuş ve kimyasal maddeler için maruz kalma sınırlarını araştırmak ve önermekle görevlendirilmiştir. 148 kimyasal için maruz kalma limitleri veya Eşik Limit Değerleri (TLV) belirlemiştir. ACGIH günümüzde 642 kimyasal madde ve fiziksel ajanlar için TLV'lerin bir listesini ve seçilen kimyasallar için 38 adet Biyolojik Maruz Kalma İndeksini yayınlamaktadır.

1958'de, kimyasalların kansere neden olabileceğine dair artan farkındalığa yanıt olarak, ABD Kongresi, hayvanlarda veya insanlarda kansere neden olduğu bilinen herhangi bir maddenin gıda üretimine eklenmesini yasaklayan Delaney maddesini kabul etmiştir. Bugünün standartlarıyla karşılaştırıldığında, potansiyel olarak zararlı bir maddeyi tespit etmeye yönelik analitik yöntemlerin önceleri çok zayıf olduğu bilinmektedir. Analitik yöntemler geliştikçe gıda üretiminde hayvanlarda veya insanlarda kansere neden olduğu bilinen düşük düzeylerde maddeler bulunduğu ortaya çıkmıştır. Açıkça sorulan soru şuydu: Bir maddenin düşük miktarda tüketilmesi "güvenli" midir? Bu soru da verilerin çok düşük dozlar için nasıl yorumlanacağı veya nasıl tahmin edileceği konusunda birçok diğer soruyu gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda 1970'lerde, risk değerlendirme metodolojilerini geliştirmek ve iyileştirmek için faaliyetler gerçekleştirilmiştir.

İlk odak noktası, kansere neden olan maddelerde maruziyet limitlerini belirlemek için risk değerlendirme prosedürleri geliştirmektir, birincil kaygı ise gıda tedariki ve iş yeri idi. İlerleyen zamanlarda odak noktaları sinir sistemi gelişimi, üreme ve bağışıklık sistemi üzerine etkiler gibi kanser dışı hastalıkları kapsayacak şekilde kademeli olarak genişletilmiştir. Ulusal ve uluslararası kuruluşlardaki araştırmacılar, sağlık etkileri verilerindeki belirsizlikle ilgili ve sonuçların yorumlanmasında bir karara varma ihtiyacıyla daha iyi yaklaşımlar geliştirmiştir. Risk değerlendirmesinde bir yargıya varmak kritik bir noktadır. Risk değerlendirme sonuçlarını yorumlama ve iletme süreci, rol oynayabilecek varsayımların, veri boşluklarının ve olası ekonomik çıkarların tam olarak anlaşılmasını ve açıklanmasını gerektirir.

" Çevreyi korumak için, önleyici yaklaşım, kabiliyetlerine göre Devletler tarafından yaygın olarak uygulanacaktır. Ciddi ve değiştirilemez zarar tehditlerinin olması durumunda, tam bilimsel kesinlik eksikliği, çevresel bozulmayı önlemek için maliyet etkili önlemleri ertelemek için bir neden olarak kullanılamaz."

Madde 15: Rio Bildirgesi 1992

Risk değerlendirmesinin eksikliklerinden endişe duyan bilim adamlarından oluŐan bir grup, tam olarak anlaŐılamayan risklere karşı önleyici yaklaşımı savunuyor. Önlem ilkesi toksikoloji, halk sağlığı ve çevrenin sürdürülebilir gelişimi ve kullanımı ile ilgili konularda uygulanmıŐtır (Cairns (2003; Goldstein (2001) ve yerleŐik bir küresel ilkedir (Rio Bildirgesi, 1992).

Risk Değerlendirmesi

$$\text{Tehlike} \times \text{Maruziyet} \times \text{Bireysel Duyarlılık} = \text{Risk}$$

Risk değerlendirmesi, bir kimyasal veya fiziksel maddeye maruz kalmayı olumsuz sonuçla iliŐkilendirmek için yapılan çok aŐamalı bir süreçtir. Tehlike, maruziyet ve bireysel duyarlılık arasındaki iliŐki asla kesin değildir. Örneğin, tehlikenin anlaŐılması, kanser veya bağışıklık sistemi veya sinir sistemi etkileri gibi son noktaya bağlıdır. Maruziyet, uygulama yoluna ve sreye bağlıdır. Bireysel duyarlılık genetik, yaş (genç veya yaŐlı), cinsiyet veya diğer deęiŐkenlerden etkilenebilir. Risk değerlendirmelerinin baŐlangıçta odak noktası insan sağlığıydı, ancak Őimdi daha geniŐ çevresel ve ekolojik endiŐeleri içerecek Şekilde geniŐlemiŐtir. Risk yönetimi, ilgili halk ve evre sağlığı hedefleri, maliyet, toplumsal sorunlar ve diğer ilgili ve hatta ilgisiz konulara dayalı bir eylemi belirlemeye yönelik politik bir süreçtir. Risk yönetiminin önemli bir parçası riskleri, maliyetleri ve faydaları dengelemektir ve asla kolay bir iş değildir.

Risk değerlendirmesi, kimyasal veya fiziksel bir maddeye maruz kalma ile bazı olumsuz sonuçların görülme sıklığı arasındaki iliŐkiyi tahmin etme sürecidir.

Risk Değerlendirmesinde Adımlar

- Tehlike Tanımlaması
- Maruziyet Değerlendirmesi
- Doz-Yanıt Değerlendirmesi
- Risk Karakterizasyonu

Risk değerlendirmesinin ilk adımı, bir maruziyetle bağlantılı sağlık ile ilgili bilgileri toplamaktır. İdeal olarak tehlike tanımlaması, kimyasal ajanın önemli ölçüde kullanılmasından önce başlar. Bileşimin yapısı, bilinen toksisite profillerine sahip bileşiklerin yapısı ile karşılaştırılır. Hücre bazlı çalışmalar, genellikle toksisiteyi öngörmek için yapılır. Son olarak, bir toksisite profilini karakterize etmek ve geliştirmek için hayvan ve insan çalışmaları yapılır. Bileşimin advers etkilerle ilişkili olup olmadığını belirlemek için sağlık ile ilgili birden fazla son nokta değerlendirilir. Hayvan çalışmalarının avantajları arasında deneysel kontrol ve dozun doğru bilgisi yer alır.

Hayvan çalışmalarından veya insan popülasyonlarından gözlemlerle elde edilen bilgiler kullanılarak, daha resmi bir insan epidemiyoloji çalışması yapılabilir. İnsan çalışmaları, en çok ilgi duyulan konuda yapılmasının bariz avantajına sahiptir, ancak bunlar zaman alıcı ve pahalıdır ve çoğu zaman kontrol edilmesi zor birçok değişkene sahiptir.

Tehlike Tanımlaması için Genel Toksikite Son Noktaları

- Karsinojenite
- Mutasyonlar
- Değişen bağışıklık fonksiyonu
- Teratojenite
- Değişen üreme fonksiyonu
- Nöro-davranışsal toksisite
- Organa özgü etkiler
- Ekolojik etkiler (kırsal yaşam, çevresel dayanıklılık)

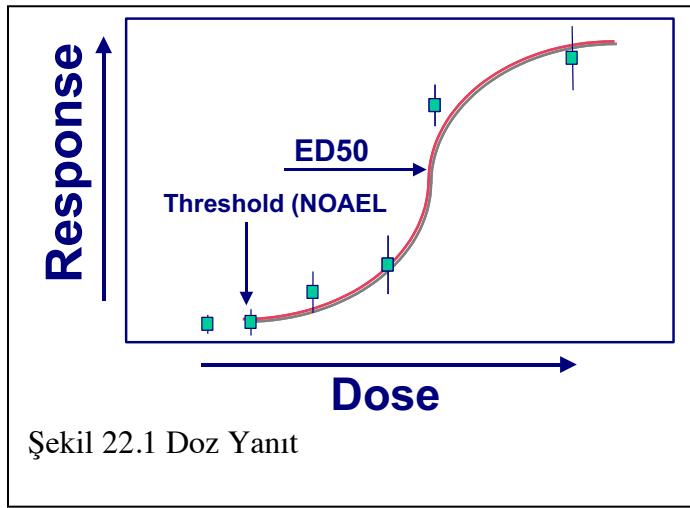
Tehlike değerlendirmesi bileşimin potansiyel olarak tehlikeli olduğunu gösteriyorsa, sonraki adım çeşitli maruziyet olasılıklarını değerlendirmektir. En olası maruz kalma yolu nedir: oral, solunum veya deri? Farklı maruz kalma yollarından ne kadar emilim beklenir? Maruz kalma miktarı, süresi ve sıklığı hakkında da bilgi gereklidir. Maruziyet evde, işyerinde, okulda veya diğer alanlarda mı meydana geliyor? Bu bilgi, ilgili nüfusun tanımlanmasına yardımcı olur. Maruziyet bilgisi ayrıca tehlike değerlendirmesi üzerine uygun çalışmaların tasarlanması ve kesinlikle doz / yanıt ilişkilerinin kurulmasının bir sonraki adımı için önemli olabilir.

Maruziyet Değerlendirmesi

- Maruziyet yolu (deri, oral, solunum)
- Maruziyet miktarı (doz)
- Maruziyet süresi ve sıklığı
- Kime (hayvanlar, insanlar, çevre)

Daha sonra ajan için doz/yanıt ilişkisini karakterize etmek önemlidir. Maruz kalma değerlendirme bilgileriyle birlikte ilk tehlike değerlendirmesinden elde edilen veriler, en hassas son noktayı belirler. Mevcut veriler, hiçbir etkinin gözlenmediği dozu (NOEL – no observed effect level) ve doz / yanıt eğrisinin şeklini tanımlamak için kullanılır. Doz/yanıt eğrisini tanımlamak için ek çalışmalar yapmak gerekli olabilir. ED50, deneklerin %50'sinin yanıt verdiği etkili doz olarak tanımlanır.

Son adım, tehlike değerlendirmesi, maruziyet değerlendirmesi ve doz/yanıt değerlendirmesinden tüm bilgileri almak ve kimyasal madde için bir risk karakterizasyonu ile özetlemektir. Veri setindeki herhangi bir belirsizlik veya eksik bilgi değerlendirilmelidir. Tüm çaba, sağlam verilerle uzman kararına ihtiyacı en aza indirmek için gösterilse de, çoğu zaman doğru bilgiye ulaşmak pek mümkün değildir. Belli bir popülasyon için kabul edilebilir bir maruziyet seviyesine ilişkin önerilerde bulunulmalıdır; amaç, en hassas bireylerin bile herhangi bir advers etkiden korunmasını sağlamaktır. Korumayı garanti ettiği düşünülen doza, referans doz (RfD) veya günlük kabul edilebilir alım miktarı (ADI) denir. Güvenli kelimesinin KULLANILMADIĞINI, yalnızca olumsuz etkilerden kaçınıldığını unutmayınız.



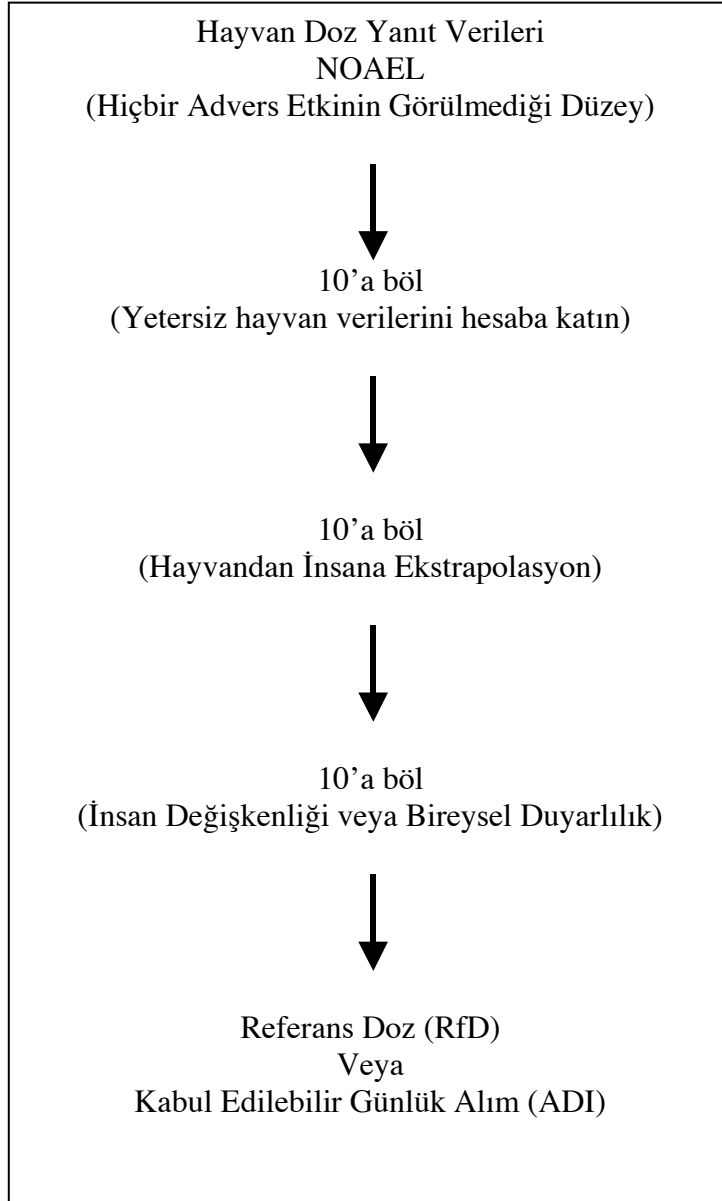
Kabul Edilebilir Günlük Alım Miktarı (ADI)

“Bir kimyasalın, tüm yaşam boyu, o sırada bilinen tüm gerçeklere göre kayda değer bir risk taşımadığı görülen günlük alım miktarı.”
DSÖ (1962)

Elbette bir risk değerlendirmesi yapmanın matematiksel olarak karmaşık birçok yolu vardır ancak öncelikle biyolojik verilerle ilgili kilit soruların cevaplanması gerekmektedir. En hassas son nokta, ilgili toksisite ve doz/yanıt verileriyle birlikte tanımlanmalıdır. Sıklıkla kullanılan standart bir risk değerlendirme yaklaşımı sözde "10'a bölme kuralı" dır. Dozun 10'a bölünmesi, en hassas kişilerin bile korunmasını sağlamak için bir güvenlik faktörü uygular. Hayvan çalışmaları tipik olarak bir doz yanıt eğrisi ve en hassas son nokta oluşturmak için kullanılır. Doz yanıt eğrisinden, bir NOAEL dozu veya gözlemlenmeyen advers etki düzeyi türetilir. Bu, hayvan çalışmalarında kanser, karaciğer hasarı veya

nörodavranışsal bir etki olabilen belirli bir son noktadaki olumsuz etkilerin olmadığı görünen dozdur. Hayvan verilerinin herhangi bir şekilde yetersiz olduğu düşünülürse, bu doz daha sonra 10'a bölünür. Örneğin, çok fazla değişkenlik olabilir veya en düşük dozda advers etkiler olabilir veya sadece kimyasala kısa süreli maruz kalma testleri mevcut olabilir. Hayvanlardan insanlara ekstrapolasyon yapılırken ek bir 10 faktörü kullanılır. Son olarak, insan popülasyonundaki değişkenliği veya çocuklar veya yaşlılar gibi hassas bireyleri hesaba katmak için 10 faktörü kullanılır. Nihai değer, referans doz (RfD) veya kabul edilebilir günlük alımdır (ADI). Bu süreç aşağıda özetlenmiştir.

Güvenlik faktörleri risk değerlendirmesinde tipik olarak gıda katkı maddesi veya pestisitler için kabul edilebilir bir dozu tanımlamak için kullanılır. Yapay olarak tatlandırılmış gazlı içeceklerde yaygın olarak kullanılan aspartam gibi bir yapay tatlandırıcının yüksek bir güvenlik aralığına sahip olduğundan emin olmak çok önemlidir. Tüm yaş grupları ve hatta hamile kadınlar yapay tatlandırıcılar tüketir, bu nedenle büyük bir güvenlik aralığına sahip olmalıdır. Öte yandan, kurşun gibi bir bileşiği düşünün. Gelişmekte olan çocuk üzerinde kurşuna maruz kalmanın riski iyi bilinmektedir, ancak kandaki kurşun düzeyine uygulanan herhangi bir güvenlik faktörü yoktur.



Tablo 22.1 Dikkate alınacak faktörler

Maruz kalma yolu	
Alım	Yutulmuş malzemede toksik madde konsantrasyonu, tüketilen miktar, yutma sıklığı, absorpsiyon faktörü
Deri	Uygulanan malzemede toksik madde konsantrasyonu, maruz kalan cilt bölgesi, absorpsiyon faktörü
Soluma	Havadaki toksik madde konsantrasyonu, solunum hızı, maruz kalma süresi, absorpsiyon faktörü

Risk Yönetimi

Risk yönetimi, bilinen veya şüphelenilen bir riski azaltmak için ne yapılacağına karar verme sürecidir. Risk yönetimi, çeşitli topluluk taleplerini risk değerlendirmesinden elde edilen bilimsel bilgilerle dengeler. Halkın risk algısı da dikkate alınır. Aşağıdaki tablo, risk algısını etkileyen bazı faktörleri karakterize etmektedir.

Tablo 22.2 Riskin Özelliği

Özellik	Seviye	Örnekler
Bilgi	Az bilinen Çok bilinen	Gıda katkı maddesi Alkollü içecekler
Güncellik	Eski Yeni	Silahlar Uzay yolculuğu
Gönüllülük	Gönüllü değil Gönüllü	Suç işlemek Kaya tırmanışı
Kontrol	Kontrol edilemez Kontrol edilebilir	Doğal afetler Sigara içmek
Korkutuculuk	Az korkutucu Çok korkutucu	Aşı olmak Sinir gazı
Felaket potansiyeli	Olası değil Olası	Güneşlenmek Savaş
Eşitlik	Dağıtılmış Dağıtılmamış	Kayak yapmak Tehlikeli atıklar

(Kraus and Slovic (1988)'den uyarlanmıştır.)

Bir bireyin risk algısı, bazen verilerin daha objektif analizine dayanan bir risk değerlendirmesinden çok farklıdır. Örneğin, bireyler genellikle nükleer enerjiyi yüksek riskli olarak değerlendirir, ancak çoğu uzman ona düşük bir risk derecesi verir.

Erken risk değerlendirmesi genellikle ana son nokta olarak ölüme bakmıştır ve belirli bir eylemin veya maruz kalmanın ölüme artışa veya kişinin çalışabileceği yıl sayısında azalmaya neden olup olmadığını sorgulamıştır. Biyolojik bilimlerdeki gelişmeler bir son nokta olarak yalnızca ölümün değil, yaşam kalitesi sorunlarının değerlendirilmesi için de daha karmaşık risk analizlerinin yapılmasını gerektirmiştir. Hem risk değerlendirmesi hem de risk yönetimi için zor olan, karar verme sürecinde yaşam kalitesini ve bireysel değerleri dikkate almak olacaktır.

Önlem İlkesi

" Bir faaliyet çevreye veya insan sağlığına zarar verme tehdidi oluşturduğunda, bazı neden ve sonuç ilişkileri bilimsel olarak tam olarak kurulmamış olsa bile ihtiyati tedbirler alınmalıdır."

- Önlem İlkesi Üzerine Wingspread Bildirisi, Ocak 1998

Risk temelli karar almaya yönelik bir başka yaklaşım da önlem ilkesidir. Amerika Birleşik Devletleri'nde kullanılan risk değerlendirme ve risk yönetimi yaklaşımı, verilerin kesinliğine büyük ölçüde güvenmektedir. Önlem İlkesi, her zaman bir miktar belirsizlik olduğunu ve kararların zarar olasılığını tanımaya dayalı olması gerektiğini vurgular. Şüphe duyduğunuzda, çok az zarar potansiyeli olduğunu gösterecek yeterli veri elde edilene kadar dikkatli olun. Verilerde bir miktar belirsizlik olsa bile tehlikeli maddelere maruziyeti azaltmaya yönelik eylem başlatılmalıdır. Diğer bir deyişle, verilerdeki bazı belirsizlikler eylemsizlik için mazeret olarak kullanılmamalıdır. Bu yaklaşım, Avrupa'da Amerika Birleşik Devletleri'nden daha fazla dikkate alınmaktadır. Bu yaklaşım, yıllar önce uygulansaydı benzin ve boyadaki kurşunun trajik etkilerinin önlenebileceği düşünüldüğünde güvenilirlik kazanmaktadır.

Önlem Değerlendirmesi

Önlem değerlendirmesinin (PA) amacı, risk değerlendirmesinin ötesine geçmek ve toplulukların ve bireylerin bilgilerini, değerlerini ve etiklerini tehlikeli bir koşulun daha kapsamlı bir değerlendirmesine dahil etmelerine izin vermektir. PA, önlem ilkesinin felsefesini ve etiğini tehlikelerin standart bilimsel değerlendirmesiyle birleştirir. Önlem değerlendirmesi üç temel unsur içerir: a) topluluk ve sosyal sorunlar, b) maruziyet, ve c) tehlike ve toksisite. Her öge, sayısal olarak puanlanan ve her öge için bir özet puan oluşturmak üzere toplanan bir dizi soruya bölünür. PA, mevcut bilginin topluluk bağlamında yerleştirilmesine yardımcı olmak için tasarlanmıştır. Geleneksel risk değerlendirmesinin aksine, PA, insan ve çevre sağlığı risklerini değerlendirmek için daha

kapsamlı bir yaklaşımdır. Genel olarak, PA, kimyasalların riskini değerlendirmek için daha makul, akılcı ve sorumlu bir yaklaşım olarak kabul edilebilir. PA ile ilgili daha detaylı bir tartışma ve elektronik çizelge çevrimiçi olarak mevcuttur (Gilbert, 2006). O'Brien (2000) gibi diğer yazarlar da risk değerlendirmesine alternatif olacak karar verme yaklaşımlarını tartışmışlardır.

Daha Fazla Bilgi ve Referanslar

Slayt Sunumu

A Small Dose of Risk Assessment presentation material. Online:
<http://www.asmalldoseoftoxiology.org> (erişim tarihi: 29 October 2019).

Avrupa, Asya ve Uluslararası Kuruluşlar

- England – Department of Health – Guidance on a strategy for the risk assessment of chemical carcinogens. (2012). Online:
<https://www.gov.uk/government/publications/a-strategy-for-the-risk-assessment-of-chemical-carcinogens> (erişim tarihi: 29 October 2019).
This is a guidance statement from the Committee on Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment (COC).
- World Health Organization - The International Programme on Chemical Safety (IPCS) – Methods for chemicals assessment
Online: <http://www.who.int/ipcs/assessment/en/> (erişim tarihi: 30 October 2019).
Information on global risk assessment issues.
- EnviroLink – The Online Environmental Community. Online:
<<http://www.envirolink.org/>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
“The EnviroLink Network is a non-profit organization founded in 1991. EnviroLink maintains a database of thousands of environmental resources and provides internet services to non-profit organizations.
- OECD Report - Risk and Regulatory Policy: Improving the Governance of Risk. OECD Report; Online: <http://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/risk-improving-the-governance-of-risk.htm> . 2010.

World Health Organization - Chemicals Hazard/Risk Assessment

- Organization for Economic Co-operation and Development – OECD Test Guidelines for the Chemicals Online:
<http://www.oecd.org/env/ehs/testing/oecdguidelinesforthetestingofchemicals.htm> (erişim tarihi: 30 October 2019).
“OECD assists member countries developing in and harmonizing methods for assessing such risk.”
- National Institute for Environmental Studies, Tsukuba-City, Ibaraki, Japan - Center for Health and Environmental Risk Research (English and Japanese) Online: < <http://www.nies.go.jp/sosiki/risk-e.html> > (erişim tarihi: 30 October 2019).
“We clarify the environmental risk for human health and ecosystems posed by environmental pollutants and other risk factors, through the cooperation of environmental risk field and environmental health field, to assure environmental safety.”

Kuzey Amerika Kuruluşları

- U.S. Environmental Protection Agencies – Risk Assessment. Online:
<https://www.epa.gov/risk> (erişim tarihi: 30 October 2019).
Over view of Risk Assessment used by EPA.
- U.S. Environmental Protection Agencies - Risk Tools and Databases. Online:
<https://www.epa.gov/risk/risk-tools-and-databases> (erişim tarihi: 30 October 2019).
NCEA goals are to apply “science to improve risk assessment and environmental decision making.”
- U.S. National Cancer Institute (NCI) - Breast Cancer Risk Assessment Tool. Online: <<https://bcrisktool.cancer.gov>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
An interactive tool designed by scientists at the National Cancer Institute (NCI) to estimate a woman's risk of developing invasive breast cancer.
- California Office of Environmental Health Hazard Assessment (OEHHA). Risk Assessment - Online: <<https://oehha.ca.gov/risk-assessment>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
“Our mission is to protect and enhance the health of Californians and our state’s environment through scientific evaluations that inform, support and guide regulatory and other actions.”

Sivil Toplum Kuruluşları

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Online: <<http://www.acgih.org/>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
“The ACGIS community of professionals’ advances worker health and safety through education and the development and dissemination of scientific and technical knowledge.”
- Society for Risk Analysis (SRA). Online: <<http://www.sra.org/>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
“The Society for Risk Analysis is a multidisciplinary, interdisciplinary, scholarly, international society that provides an open forum for all those who are interested in risk analysis.”
- Harvard Center for Risk Analysis. Online: <<http://www.hcra.harvard.edu/>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
This Center focuses on “using decision science to empower informed choices about risks to health, safety, and the environment.”
- The Science & Environmental Health Network – Precautionary Principle. Online: <<http://www.sehn.org/>> (erişim tarihi: 30 October 2019).
In service to communities, the Earth and future generations, the Science and Environmental Health Network forges law, ethics, and science into tools for action.

Referanslar

A Guide to Health Risk Assessment. California Environmental Protection Agency, Office of Environmental Health Hazard Assessment. Available as a pdf file as A Guide to Health Risk Assessment. Online: <https://oehha.ca.gov/media/downloads/risk-assessment/document/hrsguide2001.pdf> (erişim tarihi: 30 October 2019).

The Precautionary Principle In Action a Handbook. (2003). Science and Environmental Health Network, Joel Tickner, Carolyn Raffensperger, and Nancy Myers. Online: <<https://calepa.ca.gov/wp-content/uploads/sites/6/2016/10/EnvJustice-Documents-2003yr-Appendices-AppendixI.pdf>> (erişim tarihi: 30 October 2019).

Gilbert, Steven G., Public Health and the Precautionary Principle. Northwest Public Health. Spring / Summer 2005. p 4. Online: http://archive.northwestpublichealth.org/docs/nph/s2005/viewpoint_s2005.pdf. (erişim tarihi: 30 October 2019).

Rio Declaration on Environment and Development. (1992). Stockholm, Sweden: United Nations. Online: < www.unesco.org/education/pdf/RIO_E.PDF> (erişim tarihi: 30 October 2019).

Committee on Carcinogenicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. (2012), A Strategy for the Risk Assessment of Chemical Carcinogens. Online:

https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/315878/Strategy_for_the_risk_assessment_of_chemical_carcinogens.pdf.

(erişim tarihi: 30 October 2019).

National Institute for Occupational Safety and Health. How NIOSH Conducts Risk Assessments – CDC Online: <https://www.cdc.gov/niosh/topics/riskassessment/how.html>. (erişim tarihi: 30 October 2019).

Nicholas Anastas and Gary W. Miller. 2018. A Farewell to Harms: The Audacity to Design Safer Products Toxicological Sciences, 161(2), 2018, 211–213.

Michael R. Greenberg. (2017). Risk Analysis in the 21st Century: Adapting to New Challenges and Opportunities. Am J Public Health July 2017, 107(7).

Maureen R. Gwinn, Daniel A. Axelrad, Tina Bahadori, Bussard, Wayne E. Cascio, Kacee Deener,, David Dix, Russell S. Thomas, Robert J. Kavlock, and Thomas A. Burke. Chemical Risk Assessment: Traditional vs Public Health Perspectives. Am J Public Health. 2017;107:1032–1039. doi:10.2105/AJPH.2017.303771.

Risk and Regulatory Policy: Improving the Governance of Risk. OECD Report; Online: <http://www.oecd.org/gov/regulatory-policy/risk-improving-the-governance-of-risk.htm> . 2010.

Naomi Lubick. Advising Parents in the Face of Scientific Uncertainty: An Environmental Health Dilemma. Environmental Health Perspectives Online: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3230464/> 119 l(10) October 2011 A437-A441. (erişim tarihi: 30 October 2019).