

**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ
HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ**

Yüksek Mimar Tuba CENGİZ YILAN

**FBE Mimarlık Anabilim Dalı Yapı Programında
Hazırlanan**

DOKTORA TEZİ

Tez Savunma Tarihi : 07.07.2008
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ayşe BALANLI (YTÜ)
Jüri Üyeleri : Prof. Güner YAVUZ (YTÜ)
Doç. Dr. Leyla TANAÇAN (İTÜ)
Prof. Dr. Kemal ÇORAPÇIOĞLU (MSGSÜ)
Prof. Hakkı ÖNEL (YTÜ)

İSTANBUL, 2008

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
KISALTMA LİSTESİ.....	v
ŞEKİL LİSTESİ.....	vi
ÇİZELGE LİSTESİ	vii
DENKLEM LİSTESİ.....	ix
ÖNSÖZ	x
ÖZET	xi
ABSTRACT	xii
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Sorunun Belirlenmesi	1
1.2. Çalışmanın Amacı	3
1.3. Çalışmanın Önemi.....	3
1.4. Varsayım.....	3
1.5. Sınırlılık	4
1.6. Çalışmanın Yöntemi.....	4
2. YAPI ÜRÜNLERİ-YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİ ve İNSAN SAĞLIĞI	6
2.1. Yapı Ürünleri	6
2.1.1. Yapı ürünlerinin tanımı ve sınıflandırılması.....	6
2.1.2. Yapı ürünlerinin nitelikleri	8
2.2. Yapı İçi Hava Kirliliği	8
2.2.1. Yapı dışından kaynaklanan kirlilikler	10
2.2.2. Yapı içinden kaynaklanan kirlilikler	11
2.3. Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri.....	12
2.3.1. Yapı içi hava kirleticileri	12
2.3.1.1. Gazlar ve buharlar	13
2.3.1.2. Parçacıklar.....	14
2.3.2. Yapı içi hava kirleticilerinin sınır değerleri.....	20
2.4. Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliği-İnsan Sağlığı İlişkisi	24
3. RİSK ve RİSK MODELLERİ	28
3.1. Risk Tanımı ve Sınıflamaları	28
3.1.1. Risk tanımı	28
3.1.2. Risk sınıflamaları	30
3.2. Risk Modelleri.....	34
3.2.1. Risk analizi ve kullanılan modeller	34
3.2.1.1. Risk analizi	34
3.2.1.2. Risk analizinde kullanılan modeller	37
3.2.2. Risk yönetimi ve kullanılan modeller	42
3.2.2.1. Risk yönetimi	43

3.2.2.2.	Risk yönetiminde kullanılan modeller	44
3.2.3.	Risk iletişimi	51
4.	YAPIDA RİSK ve RİSK MODELLERİ- YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK	52
4.1.	Yapıda Risk.....	52
4.2.	Yapıda Risk Modelleri.....	52
4.3.	Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk	55
4.3.1.	Yapı ürünlerinin yapısından kaynaklanabilen risk	55
4.3.2.	Yapı ürünlerinin uygulamasından kaynaklanabilen risk	55
4.3.3.	Yapı ürünlerinin kullanılmasından kaynaklanabilen risk	57
4.4.	Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Ön Analiz	65
4.4.1.	Yapıdaki belirlemeler	67
4.4.2.	Kullanıcılardaki belirlemeler	67
4.4.3.	Ön analiz sonucu	67
4.5.	Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Analizi.....	67
4.5.1.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin belirlenmesi	68
4.5.2.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin ölçülmesi	71
4.5.3.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde etkilene değerlendirilmesi	73
4.5.4.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirleticilerin doz-tepki değerlendirmesinin yapılması.	75
4.5.4.1.	Kirleticilerin dozu	75
4.5.4.2.	Yapı içi hava kirleticilerinin sağlık etkileri	77
4.5.5.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk değerlendirilmesi.....	77
4.5.6.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin kabul edilebilirlik sınıflandırması	84
4.5.7.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizi sonucu, karar.....	90
5.	YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ	92
5.1.	Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Yönetimi Modeli	93
5.1.1.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellemesi.....	96
5.1.2.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ürün- risk ilişkisi	96
5.1.3.	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi seçenekleri.....	96
5.1.3.1	Ürüne yönelik risk yönetimi	97
5.1.3.2	Ortama yönelik risk yönetimi	97
5.1.3.3	Kullanıcıya yönelik risk yönetimi	99
5.1.4	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi kararları	110
5.1.5	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi kararlarının uygulanması	110
5.1.6	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi sonucunun değerlendirilmesi, izlenmesi.....	111

5.2	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk iletişimi	112
5.3	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modeli.....	112
6.	SONUÇ ve ÖNERİLER	114
	KAYNAKLAR	118
	EKLER.....	126
Ek A	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma modeli ön analiz adımının uygulanması (Erzurum İller Bankası Örneği).....	127
Ek B	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesine yönelik anket örneği.....	140
Ek C	Kullanıcı bilgileri örneği.....	144
Ek D	Yapı bilgileri örneği	145
Ek E	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesi için yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi	146
Ek F	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesi için kullanıcıya yönelik denetim listesi.....	147
Ek G	Yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi	147
Ek H	Mevcut yapı ürünlerinin belirlenmesi, oluşan değişiklikler ve risk kestirimi örneği	148
	ÖZGEÇMİŞ.....	150

KISALTIMA LİSTESİ

ACGIH	Amerikan Conference of Governmental Industrial Hygienist. (Amerikan Hükümeti Endüstriyel Hijyenciler Meclisi)
ARB	The California Air Resource Board
ASHRAE	Amerikan Isıtma, Soğutma ve Havalandırma Mühendisliği Topluluğu
EPA	Environmental Protection Agency (Çevre Koruma Kurumu)
HUD	The US Department of Housing and Urban Development
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards (Ulusal Çevre Havası Kalite Standartları)
NIOSH	National Institute For Occupational Safety and Health (ABD’de İş Güvenliği ve Sağlığı Ulusal Kurumu)
NIEHS	National Institute of Environmental Health Sciences (Ulusal Çevre Sağlığı Bilimleri Enstitüsü)
OEHHA	The Office of Environmental Health Hazard Assessment (Çevresel Sağlık Tehlike Değerlendirme Ofisi)
OSHA	Occupational Safety and Health Administration (İş Güvenliği ve Sağlığı Örgütü)
TAEK	Türkiye Atom Enerjisi Kurumu
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
VOC	Volalite Organic Compounds (Uçucu Organik Bileşikler)
VVOC	Very Volalite Organic Compounds (Çok Uçucu Organik Bileşikler)
WHO	World Health Organization (Dünya Sağlık Örgütü)

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1 Yapı ve sağlık sorunu arasındaki ilişki	25
Şekil 2.2 Yapı ürünü ile insan arasındaki sağlık etkileşimi	26
Şekil 3.1 Risk çalışma süreci	28
Şekil 3.2 Asente-Duah risk modeli.....	41
Şekil 3.3 Cranor'un risk analizi ve yönetimi modeli.....	41
Şekil 3.4 Neely'in risk analizi modeli	42
Şekil 3.5 Sistematik risk yönetimi aşamaları	45
Şekil 3.6 Amerikan Başkanlık ve Amerikan Kongresi Risk Değerlendirme ve Risk Yönetimi Komisyonunun risk yönetim modeli	46
Şekil 3.7 Bureau-Veritas' ın risk önleme yaklaşımı.....	47
Şekil 4.1 Spengler'in risk süreci modeli.....	53
Şekil 4.2 Vural'ın yapı içi hava niteliği risk süreci modeli	53
Şekil 4.3 Yapı içi hava niteliği risk analizi	54
Şekil 4.4 Yapı biyolojisi risk araştırmaları sürecinde adımlar	55
Şekil 4.5 Yapı ürünlerinin yaşam döngü süreçleri	56
Şekil 4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ön analiz adımları.....	66
Şekil 4.7 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analiz adımları.....	69
Şekil 4.8 Karbonmonoksit yoğunluğuna ve süreye bağlı kanda oluşan karboksihemoglobin.....	83
Şekil 5.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci akış şeması	92
Şekil 5.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim adımları	95
Şekil 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin üründe yönetim kararı uygulaması	110
Şekil 5.4 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin ortamda yönetim kararı uygulaması	111
Şekil 5.5 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin kullanıcıda yönetim kararı uygulaması	111
Şekil 5.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modeli ...	113

ÇİZELGE LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 2.1 Yapı ürünleri	7
Çizelge 2.2 Havanın doğal bileşimi	9
Çizelge 2.3 WHO (1989) VOC sınıflandırması	14
Çizelge 2.4 Fiziksel özelliklerine göre yapı içi hava kirleticileri	15
Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri	16-20
Çizelge 2.6 Yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri.....	21-24
Çizelge 3.1 MIL-STD-882-B programında riskin gerçekleşme olasılığı	33
Çizelge 3.2 MIL-STD-882-B programında riskin gerçekleşme şiddeti	33
Çizelge 3.3 MIL-STD-882-B programında risk derecelendirme düzeyi/ matrisi	33
Çizelge 3.4 MIL-STD-882-B programında risk puanı değerlendirme/kabul edilebilirlik	34
Çizelge 3.5 Risk analiz modellerinden bazılarının karşılaştırılması.....	38
Çizelge 4.1 Uygulamadan kaynaklanabilen riskler	57
Çizelge 4.2 Yapı ürünlerinde yanma sonucu oluşabilen kirleticiler	60
Çizelge 4.3 Yapı içi havası ile ilgili yönetmelik ve standartlar	61
Çizelge 4.4 Yapı ürünlerinde kullanım sonucu oluşan değişiklikler neden ve sonuçları	65
Çizelge 4.5 Mevcut yapı biriminde ürünler, kullanım sonucu oluşan değişikliklerin belirlenmesi ve tehlike kestirimine yönelik denetim listesi	62
Çizelge 4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları.....	63-65
Çizelge 4.7 Tehlikenin belirlenmesi	70
Çizelge 4.8 Kirleticilerin sağlık etkilerine göre sınıflandırılması	70
Çizelge 4.9 USEPA' nın kanserojen sınıflandırması.....	71
Çizelge 4.10 Kirleticinin ölçümü.....	71
Çizelge 4.11 Sağlık etkilerinin olma olasılığı (formaldehit örneği)	72
Çizelge 4.12 Sağlık etkilerinin şiddeti (formaldehit örneği).....	72
Çizelge 4.13 Sağlık etkilerinin derecelendirilmesi (formaldehit örneği).....	72
Çizelge 4.14 Formaldehit yoğunluğuna bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkileri.....	78
Çizelge 4.15 Radon gazının neden olduğu kanser riskleri.....	79
Çizelge 4.16 Brookins (1990) yapı içinde zamanının % 80'ini geçirenler için radon düzeyi ve ölüm riski	79
Çizelge 4.17 Yaşam boyu radon gazı etkisinde kalma sonucu akciğer kanserine bağlı ölüm oranları	80
Çizelge 4.18 EPA, (1979) ozondan etkilenme araştırmalarına yönelik sonuçlar.....	80
Çizelge 4.19 Kükürtdioksit'in insan sağlığı üzerindeki etkileri.....	81
Çizelge 4.20 Kısa süreli azot dioksit yoğunluğunun sağlığa etkisi	82
Çizelge 4.21 Azotdioksit'in sağlık üzerindeki etkileri	82
Çizelge 4.22 Karbonmonoksit'in sağlık üzerindeki etkileri.....	84
Çizelge 4.23 Wadden ve Scheff'in (1983) kükürtdioksit ve parçacıkların insan sağlığına kısa süreli etkileri.....	85
Çizelge 4.24 Risklerin kabul edilebilirlik kararı	90-91
Çizelge 5.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellenmesi ve risk yönetim seçenekleri	100-101

Çizelge 5.2	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk azaltımına (iyileştirme) yönelik yönetim seçenekleri	102-105
Çizelge 5.3	Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kesin çözüme yönelik risk yönetim seçenekleri.....	106-109
Çizelge 5.4	Risk yönetimi sonuç değerlendirmesi	112

DENKLEM LİSTESİ

	Sayfa
Denklem 4.1 Kirleticinin yaşam boyu ortalama günlük dozu denklemi.....	74
Denklem 4.2 Kanserojen olmayan eşik değer etkisi denklemi.....	76
Denklem 4.3 Kanser riski denklemi.....	87
Denklem 4.4 Tehlike bölümü denklemi.....	87
Denklem 4.5 Tehlike indeksi denklemi	87
Denklem 4.6 Hata sınırı yöntemi denklemi.....	88

ÖNSÖZ

Doktora çalışmasında danışmanım olmayı kabul eden, uzakta olmama rağmen bana anlayış gösteren çalışmama yön veren ve her aşamasını destekleyen hocam Prof. Dr. Ayşe Balanlı'ya, tez izleme komitesi üyeleri, Prof Güner Yavuz ve Doç. Dr. Leyla Tanaçan'a bu zor ve uzun dönemde bana anlayış gösterip destekleyen eşim, Mehmet Yılan'a, yaşlarının üzerinde olgunluk gösterip beni anlayan kızlarım, Kübra Dilşah ve Merve Dilara'ya ayrıca bu süreçte bana yardımcı olan herkese çok teşekkür ederim.

YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ

ÖZET

Yaşamlarını sağlıklı çevrelerde sürdürebilmek, insanların temel gereksinmelerindedir. Barınma gereksinmesine yanıt verebilmek üzere; doğal çevre içinde üretilen yapma çevrelerde/ yapılarda gereksinmeler karşılanırken, aynı zamanda sağlık için uygun koşulların sağlanması gerekmektedir. Yapı içi hava niteliğinin (IAQ) sağlanması da bu koşullardan birisidir. Doğal ve yapay kirleticilerin etkisiyle, yapı dışında ve içinde oluşan kirlilik yapı içi havasında, insan sağlığını olumsuz etkileyerek risk oluşturabilmektedir. Yapı dış çevresinde oluşan (ulaşım araçlarından yayılan gazlar, polenler, is, duman, yapı yakınındaki diğer kirletici kaynakları, vb) kirliliklerden etkilenirken, yapı içinde de yapı içi havası; yapıdaki kullanıcıların biyolojik yapısından, eylemlerinden ve yapıyı fiziksel olarak oluşturan yapı ürünlerinden (gereç, parça, bileşen, öge, birim) kaynaklanan kirleticilerden etkilenmektedir. Kullanıcıların yapı içindeki kirli havadan etkilenmesi, kirleticinin yoğunluğuna, yapıyı kullanma süresine (sürekli ya da geçici kullanım), ve içinde olduğu risk grubuna göre değişim göstermektedir.

Bu çalışmada; yapı ürünlerinin neden olduğu yapı içi hava kirliliğinin, kullanım aşamasında kullanıcıların sağlığı için sağlık riski oluşturup oluşturmadığı kararının verilmesi, risklerin yönetilmesi ve bunun için de bir model oluşturulması amaçlanmıştır. Çalışma sunulurken, yapı ürünleri-yapı içi hava kirliliği, insan sağlığı ilişkisi, risk, risk analizi, risk yönetimi, yapılmış risk modelleri, yapı ürünlerinden kaynaklanan risk konularından söz edilmiş ve önerilen modelin adımları verilmiştir. Ön analizde, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikelerin neler olabileceği ve risk analizi için veriler belirlenir. Risk analizinde, tehlike belirlendikten sonra ölçülebiliyorsa gerekli ölçümler yapılır. Etkilenme ve doz-tepki değerlendirilmesi yapıldıktan sonra sınır değerler ve olasılık şiddete göre sınır değerde/ orta-orta ya da sınır değer üzerinde/ yüksek- çok ciddi olan kirlilik düzeyi ve buna neden olan kirletici için olası risk ve kabul edilemez risk sınıflandırması yapılır. risk yönetimi kararı verilir. Uygulanacak risk yönetimi için modelleme yapılır. Riskin yapı ürününün içeriğinden, uygulamasından ya da kullanılmasından kaynaklandığının belirlenmesi ile ürün-risk ilişkisi kurulur. Ürün, ortam ve kullanıcıya yönelik yönetim seçenekleri belirlenir. Karar uygulanır ve uygulamanın sonucu değerlendirilir. Sonuç olumsuz ise geri besleme yapılır, adımlar tekrarlanır. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi modeli ile yapı ürünlerinden kaynaklanan riskler yönetilecek, insan sağlığının olumsuz etkilenmesi azaltılabilecek ve kullanıcılar için sağlıklı olan ortamlar yeniden sağlıklı olma özelliği kazanabilecektir.

Anahtar Kelimeler: Risk, risk analizi, risk yönetimi, yapı içi hava kirliliği, yapı içi hava kirleticileri, yapı ürünlerinden kaynaklanan sağlık sorunları

RISK MANAGEMENT FOR INDOOR AIR POLLUTION RESULTING FROM BUILDING MATERIALS

ABSTRACT

It is among people's main needs to survive their lives in a healthy environment. While human housing requirements are met in artificial environs or structures constructed in natural environments for them to perform their sheltering activity, suitable conditions for human health should be provided. One of these conditions is to catch Indoor Air Quality (IAQ). Pollution caused by the effects of natural and artificial pollutants indoor and outdoor area of the buildings can cause risks for human health in indoor air with their negative effects. While the building is unfavourably affected by the pollutions outdoor, such as vehicles gases, pollens, smoke and others, air in the indoor area of the building is affected by the factors such as, biological situations of the users, their activities in the building and building materials forming it physically, like devices, parts, component, elements, unit. Affection rate of the users by the pollutants in the buildings varies depending on the user density, length of the utilisation time (temporal or permanently), and the risk group they are included.

In this study, it was aimed to reach a decision about whether or not indoor air pollution may cause a health risk for users in the use stage; to form a model in order to manage these risks. In the presentation of the study, relations between structural products and indoor air pollution and human health, risk, risk assessment, risk management, previously formed risk models and risks resulting from construction products were studied and the stages of proposed model were presented. At the pre-assessment stage, pollutants likely to have risks in the air pollution caused by structural products are determined. At the risk assessment stage, after the determination of the danger, its level is measured (if measurable) and the obtained values are evaluated according to the predetermined limit values. After the assessment of dosage-response and affection for pollution levels within or above the limits and responsible pollutants, risk management decisions are made for possible and unacceptable risk classification. At the risk management stage, association between structural products and risk is determined in order to define whether the risk can be caused by the content of the structural product, its application, or its use. A modelling for risk management to be applied is made and management options for products, environment and users are outlined. Decision is applied and results of the application are evaluated. If the result is negative, this procedure is repeated.

With the risk management model of indoor air pollution caused by structural products, risks from structural products can be managed, harms of these risks on human health can be reduced and unhealthy environments can gain favourable conditions again.

Keywords: Risk, risk analysis, risk management, indoor air pollution indoor air pollutants, health effect related with the building materials.

1. GİRİŞ

1.1 Sorunun Belirlenmesi

Yapı, kullanıcıların gereksinimleri doğrultusunda oluşturulan yapma bir çevredir. Bu yapma çevrenin amacı, kullanıcının gereksinim duyduğu konforlu- sağlıklı çevreyi yaratmaktır. Kullanıcılar eylemlerini gerçekleştirebilmek ve gereksinmelerini karşılamak amacıyla doğal çevreyi değiştirerek yapma çevreleri üretir. Zamanla değişim gösteren kullanıcı gereksinimleri önceleri beslenme, barınma, korunma eylemleri vb. iken günümüzde artık temel gereksinimlerin yanında sağlıklı- konforlu ortam isteği de ortaya çıkmıştır. Bu, kullanıcının yaşamını sağlıklı bir şekilde sürdürme isteğinin doğal bir sonucudur (Özkan, 1976; Balanlı, 1997).

Yaşamı kolaylaştırmak amacıyla yapılan pek çok eylem, yeni ürünler, yeni buluşlar, vb. doğal yaşamı dolayısıyla kullanıcıları olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Bu olumsuzluklar, bazen kirlilik olarak ortaya çıkabilmektedir. Barınma gereksinimine yanıt verebilmek üzere; doğal çevre içinde üretilen yapma çevrelerde/ yapılarda gereksinmeler karşılanırken, aynı zamanda sağlık için uygun koşulların sağlanması gerekmektedir. Yapı içi hava niteliğinin (IAQ) uygunluğu da bu koşullardan birisidir.

Kirlilik, bir ya da daha çok sayıdaki kirleticinin ortamı kullananların yaşantısını olumsuz yönde etkileyecek oranda birikmesi ile oluşur, yapının dışından ve içinden etkilenir. Dış ortamdaki kirleticilerin yapının içine girerek iç havaya karışması yanında, kullanıcıların biyolojik yapılarından, eylemlerinden kaynaklanan ve yapı ürünlerinin neden olduğu kirleticilerin, yapı içindeki havaya karışması, burada birikmesi ve havanın niteliğini bozacak oranlara ulaşması sonucu **yapı içi hava kirliliği** oluşur (Balanlı ve Tuna Taygun 2002; Vural, 2004).

Yapının iç havası, dış hava ile aynı bileşenlerden oluşmaktadır. Bileşenlerin oranları, havanın niteliğini belirlemektedir. Doğal ve yapay kirleticilerin etkisiyle, yapı dışında ve içinde oluşan kirlilik yapı içi havasında, insan sağlığını olumsuz etkileyerek risk oluşturabilmektedir. Yapı, dış çevresinde oluşan (ulaşım araçlarından yayılan gazlar, polenler, is, duman, yapı yakınındaki diğer kirleticiler, vb) kirliliklerden etkilenirken, yapı içi havası da; yapıdaki kullanıcıların biyolojik yapısından, eylemlerinden ve yapıyı fiziksel olarak oluşturan yapı ürünlerinden (gereç, parça, bileşen, öge, birim) kaynaklanan kirleticilerden etkilenmektedir.

Yapı ürünleri, yapının fiziksel boyutunu oluşturarak yapıyı ortaya çıkarır. Sağlıklı yapı, ürünlerinin doğru seçimi (sağlık açısından zararlı içerikli olmayan), tasarımın kalitesi ve uygulamada gerekli bütün denetimlerin yapılması ile oluşturulabilir. Sağlığı bozan yapı, kullanıcılar için risk oluşturabilmektedir (Uyar, 1988; Balanlı, 1997; Jönsson, 2000). Ürünün içeriği, uygulanması ve kullanılması sonucunda üründe ortamda ve kullanıcıda oluşan olumsuzluklar sağlık riski oluşturabilmektedir. Ürünü seçen, mimarların bu konuda bilgili olmaları ve duyarlı davranmaları gerekmektedir. Yaşamın büyük bir bölümünün yapı içinde geçtiği düşünülünce, kullanıcı sağlığı açısından, iç ortamdaki havanın niteliğinin sağlanmış olmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Yapı içi hava kirliliğinin neden olduğu olumsuzlukların giderilmesi ve kullanıcılara sağlıklı ortamların sunulması, sağlıklı yapı için gereklidir. Kirliliğin oluşum süreci ile sürekliliğinin belirlenmesi için yapılan gözlemler ve yapı içi hava niteliğini iyileştirecek denetim çalışmalarının yapılması gerekmektedir. Yapı içi hava niteliğinin gözlenmesi iki yöntemle gerçekleştirilebilir: Bunlardan birincisi kullanıcının solunum ve görme yolu (koku ve duman) ile kirliliği hissetmesi, ikincisi ise bu iş için üretilmiş özel cihazların (sabit ya da taşınabilir) kullanımı ile kirliliğin belirlenmesi/ ölçümü yapılabilir.

Yapının tasarım, üretim ve kullanım süreçlerinde denetiminin yapılması gereklidir. Özellikle tasarım süreci, pek çok kararın verildiği henüz yapının fiziksel olarak oluşmadığı süreç olduğundan bu süreçte alınan kararlar, seçilen yapı ürünleri ile yapı içi hava niteliğinin iyileştirilmesi sağlanabilir ya da daha çabuk kirlenmeye neden olunabilir. Burada en büyük sorumluluk, insanlara sağlıklı çevreler tasarlayan mimarlara düşmektedir. Yasalar, standartlar, şartnameler; ürün üretimi, kullanımı ve seçimiyle ilgili kararları sınırlayıcı ya da yol gösterici olmalıdır.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde, kullanıcı sağlığının olumsuz etkilenmemesi için risklerin belirlenmesi, analizinin yapılması ve oluşturulacak risk yönetimi ile azaltılması/ ortadan kaldırılması gerekmektedir. Yapı içi hava kirliliği ve risk yönetimi konusunda yurt dışında değişik yaklaşım ve modeller geliştirilmiştir. Ancak ülkemizde yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi konusunda üniversitelerde yüksek lisans ve doktora çalışmaları dışında ayrıntılı çalışmalar yapılmamıştır. Yapı ürünlerinde de bu konuda bir çalışmanın olmaması, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin nasıl yönetileceğine yönelik modelin oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır.

Kullanıcıların yapı içindeki kirli havadan etkilenmesi, kirleticinin oranına, yapıyı kullanma süresine (sürekli - geçici kullanım) ve içinde bulunduğu risk grubuna göre değişim

göstermektedir. Kirlilik zaman ve koşullara bağlı olarak artabilir ya da azalabilir. Kirliliğin nedeni olan yapı ürününün belirlenmesi, ürünün neden olduğu kirletici/ kirleticilerin sınır durumu, kullanıcı sağlığını olumsuz etkilediği, yani kirliliğin sağlık riski oluşturduğu ortaya konduktan sonra bu riske/ **risklere karşı nasıl çözüm yolu bulunur sorusuna** yanıt verebilecek risk yönetim modeli oluşturulacaktır.

1.2 Çalışmanın Amacı

Araştırma ile yapı ürünlerinin neden olduğu yapı içi hava kirliliğinin, kullanım aşamasında kullanıcıların sağlığı için sağlık riski oluşturup oluşturmadığı kararının verilmesi, risklerin yönetilmesi ve bunun için de bir model oluşturulması amaçlanmıştır.

1.3 Çalışmanın Önemi

Kullanıcılar, kendileri için tasarlanıp üretilen yapıları kullanmaktadırlar. Kendi bilgi ve sorumlulukları dışında oluşan ya da oluşacak olumsuzluklardan/ risklerden habersizdirler, bu nedenle bilgilendirilmeleri gerekmektedir. Mevcut yapılarda yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticilerin belirlenmesi, kirleticinin kullanıcı için riskli olup olmadığı/oluşan sağlık sorunları belirlenmesi toplum ve çevre sağlığı açısından önemlidir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi ile yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler yönetilecek ve insan sağlığının olumsuz etkilenmesi azaltılabilecek, kullanıcılar için sağlıklı olan ortamlar yeniden sağlıklı olma özelliği kazanabilecektir.

Araştırma, kullanıcılar için sağlıklı ortamların oluşturulmasında önemli rol oynayan mimarlar ve aynı zamanda bu konuda araştırma yapacak olanlar için yol gösterici olması açısından önemlidir.

Yapı ürünlerinin içeriğine, uygulamasına ve kullanmasına yönelik, zamana ve koşullara bağlı olarak oluşabilen risklerin yönetiminin gerekliliği ve sürekliliği, yapı - insan sağlığına olumlu katkılarda bulunabilecektir.

1.4 Varsayım

Bu çalışma, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirleticilerin, kullanıcıların sağlığı üzerinde risk oluşturduğu ve bu risklerin de oluşturulacak bir modelle yönetilebileceği varsayımına dayanmaktadır.

1.5 Sınırlılıklar

Çalışma,

- Yapının fiziksel iç çevresi,
- Atmosferik özelliklerinden olan yapı içi hava niteliği,
- Yapı içi hava kirliliği,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri, ile sınırlandırılmış,
- Kullanım aşamasındaki yapı içi hava kirliliği incelenmiş, diğer aşamalardaki kirlilik kapsam dışı bırakılmıştır.

Çalışmada geçen,

- Kullanıcı sözcüğü ile yapıyı kullanan insanlar,
- Risk analizi ile risk değerlendirmesi,
- Ön analiz ile de ön araştırma,

anlatılmak istenmiştir.

1.6 Çalışmanın Yöntemi

Tez konusuna yönelik, yapı ürünleri, yapı içi hava kirliliği, yapı içi hava kirleticileri, kirleticilerin sınır değerleri, yapı içi hava kirliliği-insan sağlığı ilişkisi, risk, risk modelleri risk analizi, risk yönetimi ve risk iletişimi konularında kaynak taraması gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın ilk bölümünde sorun, amaç, önem, varsayım, sınırlılık ve uygulanacak yöntem yer verilmiştir.

Yapı ürünleri, yapı içi hava kirliliği, yapı içi hava kirleticileri, sınır değerleri ve yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği-insan sağlığı ilişkisi konuları, ilgili kaynaklardan yararlanılarak anlatılmıştır. Öncelikle yapı ürünlerinin tanım, sınıflamaları yapılmış ve yapı ürünlerinin nitelikleri daha sonra yapı içi hava kirliliği yapı içi hava kirleticileri, sınır değerleri ve yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin insan sağlığına etkileri incelenmiştir.

Sonra risk tanımı ve sınıflandırmaları yapılmış, risk analizine ve yönetimine yönelik modeller tanıtılarak, değerlendirmeler yapılmıştır.

Daha sonra yapıda risk, yapıda risk modelleri ve yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk konuları ve incelenerek, yapıda risk tanımı yapılmış ve yapıda yapılmış örnek çalışmalar verilerek değerlendirmeler yapılmıştır. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi

hava kirliliğinde, ürünün içeriğinden, uygulamasından ve kullanılmasından kaynaklanabilen riskler belirlenmiştir. Ayrıca bu bölümde yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ön analiz ve risk analizinin adımları da verilmektedir.

Beşinci bölümde; yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk yönetim modelinin nasıl oluşturulduğu, model ve adımları yer almaktadır.

Altıncı bölümde, önerilen model örneklendirilmiştir.

Sonuçta; yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin, insan sağlığı üzerinde risk oluşturduğu ve bu risklerin yönetilebileceği oluşturulan modelle ortaya çıkarılmıştır.

Eklerde ise yapı ürünlerinden kaynaklanabilen yapı içi hava kirliliğinde risk analizine ve yönetimine veri oluşturabilecek ön analizde kullanabilecek örnek çizelgeler ve anket çalışması örneği verilmiştir.

2. YAPI ÜRÜNLERİ VE YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİ

2.1 Yapı Ürünleri

“Yapının üretilmesi, her üretim için gerekli olan, parasal ve insana bağlı kaynaklarla /üretim kaynakları/ gerçekleşir. Yapı üretiminin doğal kaynakları, enerji ve gereçtir. Yapay süreçlerle çeşitli işlemlerden geçirilen doğal kaynaklar amaca uygun ve birbirlerine göre daha çok bitirilmiş “yapı ürünlerine” dönüşürler. Bu ürünler işlev, üretim, bitirilmişliklerine göre: gereç/ malzeme/, parça, bileşen, öge/ eleman/ ve birim/ünite/ düzeylerindedir” (Balanlı, 1997).

2.1.1 Yapı ürünlerinin tanımı ve sınıflandırılması

Üretim sürecinin son ürünü olarak tanımlanabilen yapı, fiziksel olarak çok sayıda yapı ürününün bir arada kullanılması sonucu ortaya çıkar. Balanlı (Özkan, 1976; Önel, 1978; Balanlı, 1981) değişik kaynaklardan yararlanarak yapı ürünlerine yönelik tanım ve sınıflandırmalar yapmıştır. Buna göre:

“Yapı gereci /yapı malzemesi/ , doğal ve yapay süreçler sonunda oluşan, tanımlanabilecek bir biçimi olmayan kütleli temel ürünler taş/ ahşap vb./ ile bunların karışım/ beton,harç vb/, alaşım /bronz, pirinç vb/ ve bileşimleri... /plastik, boya vb/.”

“Yapı parçası, gereçlerin özel bir işlev için biçimlendirilmesi sonucu oluşan, bir araya gelince bir bütünü oluşturan nesnelere/ tuğla, kiremit, boru vb./ her biri...”

“Yapı bileşenleri, gereç ve parçaların birleştirilmesi ya da özel biçimlendirilmesi sonucu elde edilen, yapı bütününde belirli bir yeri ve işlevi olan özel ürünler...”

“Yapı ögesi /eleman, yapının işlevlerinden bir ya da birkaçını fiziksel olarak karşılamak amacı ile gereç, parça ve bileşenlerin çeşitli yöntemlerle bir araya getirilmesinden oluşan bütün.../ duvar, döşeme, merdiven vb”

“Yapı birimi/ ünite, ünit/ ögelerin birleştirilmesi ile oluşan, tek başına kullanımı yerine getiren yapı bölümleri.../ oda, derslik, mutfak vb./ .

olarak tanımlanmaktadır (Balanlı, 1997). Yapı ürünlerinden, gereç/ malzeme/, parça, bileşen ve ögeler Çizelge 2.1’ de verilmektedir.

Çizelge 2.1 Yapı ürünleri (Balanlı, 1997' den uyarlandı)

	GEREÇ	PARÇA	BİLEŞEN	ÖGE
YAPI ÜRÜNLERİ	<p>a. Doğal taşlar (Bazalt, Granit, Mermer vb.)</p> <p>b. Kil /Toprak</p> <p>c. Metaller (Demir, Çelik vb)</p> <p>d. Ahşap (Meşe, Köknar, vb.)</p> <p>e. Lifler (Hayvansal lifler, Cam yünü, Asbest, vb.)</p> <p>f. Plastikler / Lastikler (Doğal kauçuk, Yapay kauçuk, vb.)</p> <p>g. Cam / Silikatlar</p> <p>h. Dolgular, Agregalar (Kum, Çakıl, Pomza, vb.)</p> <p>i. Bağlayıcılar (Çimento, Alçı, Kireç, vb.)</p> <p>j. Betonlar, Harçlar (Kireç- çimento harcı, Alçı harcı, vb.)</p> <p>k. Bitümlü gereçler (Bitüm, katran, zift, vb)</p> <p>l. Boyalar, Vernikler (Vernik, cila, lak,vb.)</p> <p>m. Birleştiriciler (Cam macunu ,Sıkıştırıcılar, Lehim, vb.)</p> <p>n. Koruyucular (Pas önleyiciler, Yanmayı önleyiciler, Su ve nem önleyicileri, vb)</p> <p>o.</p>	<p>a. Bloklar (Dolu, boşluklu, vb.)</p> <p>b. Kiremitler (Düz, oluklu, vb.)</p> <p>c. Profiller (Yuvarlak, köşeli, kapalı açık, vb)</p> <p>d. Borular, Tüpler, Büzler (Geniş, dar, vb)</p> <p>e. Kablolara (Kalın, ince, vb)</p> <p>f. Ağlar, Hasırlar (Seyrek, sık, vb.)</p> <p>g. Plaklar (Kalın, ince, esnek, vb.)</p> <p>h. Levhalar (Kalın, ince, dolu, boşluklu, vb)</p> <p>i. Karolar (Büyük, küçük, özel biçimli, esnek, vb.)</p> <p>j. Sarılabilir Örtüler (Kalın, ince, tüylü, vb.)</p> <p>k Birleştiriciler</p> <p>l.....</p>	<p>a.Temel bileşenleri (Papuç- sömel, Bağ kirişleri, vb.)</p> <p>b. Zemine oturan döşeme (Döşeme yatağı, Blokaj, Grobeton. vb.)</p> <p>c. Kat döşemesi bileşenleri (Döşeme gövdesi, tavan kaplaması, yalıtım, vb)</p> <p>d. Çatı bileşenleri,(Çatı gövdesi yalıtım, dış kaplama, vb)</p> <p>e. Dış duvar bileşeni (Duvar gövdesi, dış kaplama, iç kaplama, vb)</p> <p>f. İç duvar bileşeni (Duvar gövdesi, kaplama, kapı, pencere, vb.)</p> <p>g. Merdiven bileşenleri (Merdiven gövdesi, üst kaplama, alt kaplama, vb)</p> <p>h. Taşıyıcı servis bileşenleri (Asansör, monşarj, yürüten merdiven vb)</p> <p>i. Taşıyıcı sistem bileşenleri (Kolon-dikme, kiriş, çerçeve, vb)</p> <p>j. Kabuk bileşenleri (Kabuk gövdesi, iç kaplama, dış kaplama, vb.)</p> <p>k Su döşem bileşenleri (Lavabo, küvet, su kolonları, pis su atma sistemi, vb)</p> <p>l. İklimlendirme sistemi (Radyatör, borular, kazan, nem düzenleyici aygıt, vb.)</p> <p>m. Elektrik döşem sistemi (Lamba, kablo sistemi, priz- anahtar, vb)</p> <p>n. Gaz döşem sistemi bileşenleri (Kolonlar, musluk-anahtar, pişirme donanımları, vb.)</p> <p>o. Katı atık sistemi bileşenleri (Çöp bacası, çöp bidonu, vb.)</p> <p>p. Çevresel etmenler denetim sistemi (Güneşlik, yıldırımlik, ses kalkanı, vb)</p> <p>r. Yapı içi donanım bileşenleri (Dolap, tezgah, yatak , koltuk, vb.)</p> <p>s. Yapı dışı donanım bileşenleri (Bank, çiçeklik, bahçe duvarı, yol, vb.)</p>	<p>a.Temeller</p> <p>b. Zemine oturan döşeme</p> <p>c. Kat döşemeleri</p> <p>d. Çatılar</p> <p>e. Dış duvarlar</p> <p>f. İç duvarlar</p> <p>g. Merdivenler</p> <p>h. Taşıyıcı servisler</p> <p>i. Taşıyıcı sistem</p> <p>j. Kabuklar</p> <p>k Su döşem sistemi</p> <p>l. İklimlendirme sistemi</p> <p>m.Elektrik döşem sistemi</p> <p>n. Gaz döşem sistemi</p> <p>o. Katı atık sistemi</p> <p>p. Çevresel etmenler denetim sistemi</p> <p>r. Yapı içi donanım</p> <p>s. Yapı dışı donanım bileşenleri</p>

2.1.2 Yapı Ürünlerinin Nitelikleri

Yapı ürünlerinin nitelikleri, ürünlerin sınıflanması, bilgilerin düzenlenmesi, geliştirilmesi ve seçiminde seçeneklerin belirlenerek karşılaştırılabilmesi açısından önemlidir

Yapı ürünleri;

- Görsel (biçim, büyüklük, renk, parlaklık, yüzey düzgünlüğü, kirlenme, vb),
 - Fiziksel (birim ağırlık, su, nem, ısı, ses, ışık ile ilgili özellikler, elektrik ve manyetik özellikler, radyasyon, vb),
 - Kimyasal, (su, nem, gazların, korozyonun, kimyasal maddelerin, ısı enerjisinin, yangının radyasyonun ve organizmaların etkileri vb),
 - Mekanik (çekme ve basınç karşısındaki davranışlar, kayma ve kayma gerilmeleri, kesme, burulma, eğilme dirençleri, burkulma, emniyet gerilmesi, vb.),
 - Teknolojik (şekil değiştirme, kırılma, çarpma direnci, sertlik, aşınma, yorulma, sünme, akma, vb.),
 - Ekonomik (üretim, taşıma, depolama, uygulama, bakım, onarım, değiştirme maliyetleri)
 - İnsan sağlığı (radon, liflerin, mikroorganizmaların, kimyasal maddelerin, ruhsal, güvenlik, ağırlık etkileri)
- ilgili nitelikleri ile tanımlanabilir (Balanlı, 1990).

2.2 Yapı İçi Hava Kirliliği

“Yapı, kullanıcıların gereksinmelerini gidermek üzere tasarlanmış ve üretilmiş yapma bir çevredir. Kullanıcının temel gereksinmesi ‘yaşamını sağlıklı sürdürme’, yapının asal amacı ise insanı dış çevredeki olumsuzluklardan koruyarak, güvenli ve uygun bir ortam, kısaca ‘sağlıklı bir yaşam sunma’ dır” (Balanlı ve Öztürk, 2006). Yapının dış kabuğunun dışında kalan ortam “dış çevre”, içinde kalan ortam ise yapının “iç çevre”si olarak tanımlanmaktadır. İç ve dış çevre özellikleri gereksinmelere yanıt verecek nitelikte olmalıdır. Bu nitelikler, zaman içinde kullanım sonucu yapıda ve kullanıcıda ortaya çıkan değişikliklerle olumsuz duruma gelebilir. Yapı içi hava kirliliği de bu olumsuzluklardan birisidir.

WHO (1987), yapı içi hava niteliğinin iyi olarak kabulü için,

- Sıcaklığın 19-23 derece arasında olması,
- Bağıl nem oranının % 40-60 olması ve
- Hava akım hızınının 0.1 m/sn olması,

gerektiğini açıklamıştır. Ancak yapı içi hava niteliğinin iyi olarak kabul edilebilmesi için belirlenen bu ölçütlerin yanında, yapı içi havasını oluşturan maddelerin ve oranlarının değişmemesi gerekir. İç çevrede bulunan hava, dış çevrede bulunan hava ile aynı maddelerden oluşmaktadır. Bu maddelerin oranları, havanın niteliğini belirler. Normal koşullarda havanın bileşiminde azot, oksijen, karbondioksit, hidrojen, neon, kripton, helyum, argon, ksenon, metan, ozon, azotdioksit ve hacimsel olarak % 1-3 oranında su buharı bulunmaktadır. İnsan sağlığı için zararlı olmayan havanın doğal bileşimi Çizelge 2.2' de verilmektedir. Yapı içi havasının bileşiminin bozulması yapı içi hava kirliliğine neden olur.

Çizelge 2.2 Havanın doğal bileşimi
(Tünay ve Alp, 1996)

BİLEŞEN	HACİM (%)	YOĞUNLUK (ppm)
Azot	78,084 ± 0,004	780.900
Oksijen	20,946 ± 0,00	209.400
Argon	0,934 ± 0,001	9.300
Karbon dioksit	0,033 ± 0,001	315
Neon	0,0015	18
Helyum	0,000524	5,2
Metan	0,0002	1,5
Kripton	0,000114	0,5
Hidrojen	0,00005	0,5
Ksenon	0,000087	0,08
Azot dioksit	0,00005	0,02
Ozon		0,01-0,04

Yapı içi hava kirliliği sorunu, ısınmak ve yemek pişirme gereksinmesini karşılamak ereğiyle yakılan ateş sonucu ortaya çıkmış ve taş devrinden beri süregelmektedir. O dönemde yanma sonucu oluşan zehirli gazlar ve kimyasal maddelerle kirlenen yapı içi havası, ateşin mağara girişinde yakılmasıyla azaltılmaya çalışılmıştır (Yalçınkaya,1995).

Yapı içi hava kirliliği ile ilgili sorunların tanımlanması 70' li yılların başında yaşanan petrol krizi sonrası, enerji kısıtlamasının uygulandığı döneme rastlamaktadır. Petrol fiyatındaki artış ve yüksek enerji giderleri nedeniyle gündeme gelen enerji tasarrufu pek çok kesimde kendini duyumsatmıştır. Yapılarda havalandırma azaltılmış, geçirgenliği çok az ya da hiç olmayan bir kabuk ile kaplanmış ve pencereler sürekli kapalı tutularak tasarrufa gidilmiştir. Yine bu dönemde yapay tahta, sentetik lifler ve plastikler, vb yapı ürünlerinin kullanımının artması yapı içi hava kirliliğine neden olarak gösterilmiştir (Change ve Vine, 1999) [1].

Kirlilik, bir ya da daha çok sayıdaki kirleticinin ortamı kullananların yaşantısını olumsuz yönde etkileyecek oranda birikmesi ile oluşur, yapının dışından ve içinden etkilenir. Dış ortamdaki kirleticilerin yapının içine girerek iç havaya karışması yanında kullanıcıların biyolojik yapılarından, eylemlerinden kaynaklanan ve yapı ürünlerinin neden olduğu kirleticilerin, yapı içindeki havaya karışması, burada birikmesi ve havanın niteliğini bozacak oranlara ulaşması sonucu **yapı içi hava kirliliği** oluşur (Balanlı ve Tuna Taygun 2002; Vural, 2004)).

Yapı içi havası, dış çevreden kaynaklanan, (radon, polenler, ulaşım araçlarının yaydığı gazlar, bacalardan çıkan duman, is vb) kirleticilerden etkilenirken yapı içinde de, yapı ürünlerinden (gereç, parça, bileşen, öge, birim) ve yapıyı kullanan kullanıcılardan kaynaklanan kirleticilerden etkilenir (Öztürk,1998; Balanlı ve Öztürk, 1995; Vural ve Balanlı,2005).

2.2.1 Yapının dışından kaynaklanan kirlilikler

Yapının dışından kaynaklanan kirlilikler,

- Doğal olaylardan ve
- Eylemlerden kaynaklanan kirlilikler

olarak iki grupta incelenebilir. Su, toprak, hayvan, bitkiler ve deprem, volkan, yangın rüzgar, vb. neden olduğu kirlilikler, doğal olaylardan kaynaklanan kirliliklerdir. Sanayi, tarım, trafik, vb gibi insanların dış eylemleri de dış çevredeki eylemlerden kaynaklanan kirliliklerdir. Dış ortamda doğal olaylardan ve eylemlerden kaynaklanan kirleticilerden bazıları:

- Havadaki gazların başka gazlarla birleşmesi (azotdioksit, karbondioksit, vb.)
- Su, taş, toprağın yapısındaki maddelerin çözülmesi sonucu havaya dağılması(radon, silis, asbest vb.)
- Bitki ve hayvanların oluşturduğu maddeler (polen, mikroorganizmalar, vb.)
- Deprem, volkan patlaması, vb doğa olayları oluşmasıyla ortaya çıkan gazlar ve parçacıklar (karbondioksit, azotdioksit, ozon, parçacıklar, vb.)
- Ulaşımında kullanılan araçlardan havaya karışan kirleticiler (karbondioksit, karbonmonoksit, vb)
- Üretim ve ısınma amacıyla yakılan yakıtlardan çıkan kirleticiler (karbondioksit, karbonmonoksit, kükürtdioksit, azotdioksit, vb)
- Endüstri kuruluşlarından yayılan zehirli sıvılar ve gaz maddeler, yangınlar, tarım alanlarında kullanılan kimyasal bileşikler,

olarak sıralanabilir (Günay, 1994).

Öncelikle dış ortam havasına karışan kirleticiler (radon, karbonmonoksit, karbondioksit, kükürtdioksit, parçacıklar, vb.), yapı içine boşluklardan (kapı, pencere boşluğu, vb) ve çatlaklardan girer. Yapının oturduğu zemin ve yakın çevresinden kaynaklanan toprağın neden olduğu kirleticilerin (radon etkisi) yapı içi havasını kirletmesi ya da yapıda iç ve dış ortam arasında oluşan sıcaklık farkının neden olduğu basınç farkı, rüzgâr ya da havalandırma çalışmalarının yapı içi hava kirliliği etkilemesi örnek olarak verilebilir (Little vd, 1992).

2.2.2 Yapının içinden kaynaklanan kirlilikler

Yapının içinden kaynaklanan kirliliklere, kullanıcılar ve yapı ürünleri neden olur.

Kullanıcıdan kaynaklanan kirlilikler

Kullanıcıdan kaynaklanan kirleticiler,

- Kullanıcının biyolojik yapısı ve
- Kullanıcının eylemleri,

sonucunda ortaya çıkabilir. Solunum, idrar, dışkı, terleme, öksürme, saç, kıl, deri parçaları, kepek dökülmesi, bağırsak gazları, vb. metabolizma ürünleri, kullanıcının biyolojik yapısından kaynaklanan kirleticilerdir.

İnsan solunum sonucunda, bulunduğu ortamdaki havanın oksijenini alarak, havaya karbondioksit ve su buharı verir. Yaş, ağırlık, beslenme ve eylemler bu alışveriş olayındaki oksijen oranının etkilidir. Bir kişi bir saatte ortalama 25-39 m³ havaya gereksinim duyar (Last ve Wallece, 1992). Bu süre içinde yaklaşık olarak 0.020 m³ karbondioksit ve yaklaşık 40 gr su buharını dışarı atar. Solunan havanın nemine bağlı olarak bir kişinin bir günde çıkardığı su yaklaşık 1 kg, terleme ile atılan su ise 2-4 kg.dır (Meyer, 1983). Temizlik yapma, yemek pişirme, kişisel bakım, banyo yapma, sigara içme, temizlik malzemeleri, deterjanlar, çamaşır yıkama, sigara içme, kesme, kopyalama, bitki yetiştirme, hayvan besleme, boyama yapıştırma, fotokopi, vb gibi kullanıcının eylemleri de yapı içi havasını kirletir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirlilikler

Yapı ürünleri, fiziksel olarak yapıyı oluşturur ve yapının ömrü boyunca yapı ve kullanıcıyla sürekli etkileşim içinde olur. Doğal ve yapay süreçler sonucu elde edilerek yapıda kullanılan yapı ürünleri, (gereç, parça, bileşen, öge, birim) özelliklerine göre doğal ya da yapay kirletici üretir. Kirleticiler, yapı içi havasını olumsuz etkileyebilir. Kirlilik; zaman içinde değişmekte, kullanıma bağlı olarak artmakta ya da azalmaktadır. Kirliliğe neden olan kirleticiler:

- Yapı ürününün yapısından/ içeriğinden,
- Yapı ürününün uygulanmasından,

- Yapı ürününün kullanımından,

kaynaklanabilir. Yapı ürünlerinden (Çizelge 2.1) kaynaklanabilen yapı içi hava kirleticilerinden bazıları Çizelge 2.5’de verilmiştir. Yapıyı fiziksel olarak oluşturan yapı ürünleri, yapısı, uygulaması, kullanılması ile zamanla ortaya çıkan değişikliklerden etkilenmeleri sonucunda kirletici kaynağı olunca, sürekli ya da geçici olarak kullanıcıların sağlığında biyolojik ve psikolojik sağlık sorunlarına neden olabilmektedir

Örneğin, son yıllarda ülkemizde geniş kullanım alanı bulan PVC, hammaddesi doğalgaz, su ve petrol olan klor, karbon ve hidrojenden oluşan yapay bir reçinedir. Yapıda (kapı, pencere, vb)yaygın olarak kullanılan, sağlığa zararlı maddeler içeren bir yapı ürünüdür. Yaşam döngüsündeki süreçlerinde, kirleticiler yayarak çevreyi kirleten bu ürünün, kullanımının azaltılması gerekmektedir (Balanlı ve Tuna Taygun, 2002).

Yeni yapı ürünleri, eski yapı ürünlerine göre daha çok kirletici yayar. Kurumasını tamamlanmamış, boya, yapıştırıcı, cila, vb. ürünlerin yapısındaki kirleticiler ürünün uygulandığı ortamın havasını kirletir. Kirlilik, ürün kurusa bile uzun zaman etkisini hissettirebilir. Yapıdaki bakım-onarım yerleştirme, vb etkinlikler de yapı içi havasını kirletebilir. Kirleticilerin ve sınır değerlerinin bilinmesi gerekmektedir.

2.3 Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Sınır Değerleri

Kaynaklarına, sağlık etkilerine, kimyasal ve fiziksel özelliklerine göre sınıflandırılabilen yapı içi hava kirleticileri ile ilgili sınır değerlerin bilinmesi tehlikenin belirlenebilmesi için gereklidir

2.3.1 Yapı içi hava kirleticileri

Kirleticiler;

Kaynaklarına göre:

- İç ve
- Dış kaynaklı kirleticiler,

Sağlık etkilerine göre:

- Toksik,(zehirleyici)
- Zararlı ve rahatsız edici,(solunumu ve görmeyi etkileyen)
- Kanserojen, (kanser etkisi olan)
- Mutajenik,(genetik etkisi olan)
- Alerjen, (alerji yapan)
- Enfeksiyona neden olan, (Enfeksiyon yapan)

Kimyasal özelliklerine göre:

- Organik (formaldehit, vb)
- İnorganik kirleticiler (azotdioksit, kükürtdioksit, vb)

Fiziksel özelliklerine göre:

- Gazlar ve buharlar,
- Parçacıklar,

gruplandırılabilir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirleticileri de fiziksel özelliklerine göre yapı içi hava kirleticileri ile benzer biçimde gruplandırılabilir. Çizelge 2.4' de, fiziksel özelliklerine göre gruplandırılan yapı içi hava kirleticileri verilmiştir (Öztürk, 1995; Vural, 2004). Çizelge 2.5 'de de kirleticilere ait bilgilere ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri verilmektedir.

Yapı içi hava kirliliğinde kirleticiler, gaz ve buhar, parçacık olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle kirleticiler fiziksel özelliklerine göre ele alınacaktır.

2.3.1.1 Gazlar ve buharlar

Gazlar ve buharlar:

- Uçucu organik bileşikler,
- Zararlı doğal gazlar,
- Yanma ürünleri,

olmak üzere üç grupta ele alınabilir. Bu gruptaki kirleticilerin yoğunluğu, ppm, ppb, mg/m³, µg/m³ olarak ifade edilmektedir.

Ppm (bir milyon toplam hacimdeki gaz hacmini ifade eden birim)/ part per million (milyonda bir), **ppb** (bir milyar toplam hacimdeki gaz hacmini ifade eden birim)/ part per billion (milyarda bir), **mg/m³**, (bir metreküp havadaki gaz ağırlığını miligram olarak ifade eden birim), **µg/m³**, (bir metreküp havadaki gaz ağırlığını mikrogram olarak ifade eden birim) dür. (Tünay ve Alp, 1996; Hodgson vd, 1993; Burr, 2000; Vural, 2004)).

Gazlar ve buharlar için kullanılan en yaygın hacim birimi ppm dir. Gazların birim hacmi denklem (2.1)' de verildiği gibi hesaplanabilir.

$$X \text{ hacim kirletici} / 10^6 (\text{kirletici} + \text{hava}) = X \text{ ppm} \quad (2.1)$$

Uçucu Organik Bileşikler

Uçucu organik bileşikler (VOCs) iç ortam ısısında buharlaşan kimyasallardır (Benzen, Ksilen, Metilen klorür, Formaldehit, Tolüen, Hekzan, Tri-kloroetilen vb.).

Sudaki klordan, cilaya, ayakkabı boyasından, temizlik ve makyaj ürünlerine kadar, vb pek çok kirletici yapı içi havasına uçucu organik yayar. VOCs terimi, organik buhar bileşiklerini, TVOC ise ölçülen VOC' ların toplamı (toplam uçucu organik bileşikler) olarak tanımlanmaktadır (Tang, 2005) [8]. WHO, uçucu organik bileşikleri Çizelge 2.3' de görüldüğü gibi çok uçucu, uçucu, yarı uçucu ve özel madde/ özel organik bileşikler olarak sınıflandırmıştır.

Çizelge 2.3 WHO, (1989) VOC sınıflandırması (Tucker, 2000)

KISALTMA	GRUPLAR	KAYNAMA NOKTASI ARALIĞI, °C
VVOC	Çok uçucu organik bileşikler	0' dan küçük 50- 100
VOC	Uçucu organik bileşikler	50-100' den 240-260
SVOC	Yarı uçucu organik bileşikler	240- 260' dan 380-400
POM	Özel madde ya da özel organik bileşikler	380' den büyük

Yapı ürünlerinin bazılarının yüzeylerinden yapı içi havasına uçucu organik bileşik yayılma olasılığı vardır. VOC' ların yayılma oranı yapının yaşı ile ilişkilidir. Yeni üretilmiş bir yapıda VOC yayılma oranı beş aylık bir yapıdan iki kat fazla büyüklükte olmaktadır. Bu da pek çok organik maddenin yarılanma ömrünün iki ile sekiz hafta arasında olmasından kaynaklanmaktadır (Tucker, 2000).

Zararlı Doğal Gazlar

Atmosferde doğal olarak bulunan ve insan sağlığı için zararlı olan gazlardır. Ozon, Radon, vb gazlar, zararlı doğal gazlar grubuna giren kirleticilerdendir. Bu kirleticilere ait genel bilgiler için (Bkz. Çizelge 2.5).

Yanma Ürünleri

Yavuz (2002), yanmayı "...herhangi bir madde ile oksijen arasında bir ekzotermik (enerjinin sistemden ısı formunda açığa çıktığı) kimyasal reaksiyon..." ,dumanı ise "...katı ya da gaz halindeki yanma ürünleri için kullanılan genel terim...yanmamış parçacıklarla yanıcıdan kimyasal değişim yoluyla çıkan birtakım gazlar..." olarak tanımlamaktadır. Karbonmonoksit, karbondioksit, azotdioksit, kükürtdioksit, vb yanma ürünleri grubuna giren kirleticilerdir. Bu kirleticilere ait genel bilgiler için (Bkz. Çizelge 2.5).

2.3.1.2 Parçacıklar

Parçacıklar, 0,0002 -500 µm arasında katı ya da sıvı halde havada asılı/ çökebilin maddelerdir. Asılı parçacıklar ve organizmalar olarak kendi içinde gruplandırılabilen

parçacıklar, duman, kurum, is, toz, asılı parçacık, mantar, bakteri, virüs, vb, ise organizmalara örnek olarak verilebilir (Tünay ve Alp, 1996).

“Duman, tam olmayan yanma sonucunda oluşan genellikle karbon ve diğer yanabilen maddelerden oluşan parçacıklar...”

Kurum, tam olmayan yanma sonucu oluşan bir çok maddeler ve katran içeren parçacık...

İs, gazların yoğunlaşması ya da kimyasal reaksiyonu sonucunda oluşan 1 µ’ dan küçük boyutlu parçacık...

Sis, mikroskobik su damlacıklarından oluşan gözle görülebilen parçacıklar...

Toz, mikrometre boyutunda olup, havada geçici süre kalabilen parçacıklar...”

olarak tanımlanmaktadır (Gönüllü vd, 2002).

Çizelge 2.4’de fiziksel özelliklerine göre gruplandırılan yapı içi hava kirleticileri genel olarak verilmektedir. Çizelge 2.5’de de yapı içi hava kirleticileri bilgileri ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri yer almaktadır.

Çizelge 2.4 Fiziksel özelliklerine göre yapı içi hava kirleticileri
(Öztürk, 1995; Vural, 2004’ den uyarlandı).

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ			
GAZLAR ve BUHARLAR		PARÇACIKLAR	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	Asetaldehit	ASILI PARÇACIKLAR	Asbest
	Benzen		Duman
	Butadin	Toz	.....
ZARARLI DOĞAL GAZLAR	Etil benzen	ORGANİZMALAR	Ev Tozu Akarları
	Etil tolüen		Kurt
Formaldehit	Küf		
Hekzan	Lejyonella bakterisi		
Kloroform	Mantar		
Ksilen	.....	
Metil klorür			
Stiren			
Tolüen			
Tri-kloroetilen			
Tri-metilbenzen			
.....			
YANMA ÜRÜNLERİ	Karbonmonoksit		
	Karbondioksit		
	Azotdioksit		
	Kükürtdioksit		
		

Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİ BİLGİLERİ	KİRLETİCİ KAYNAĞI OLABİLEN YAPI ÜRÜNÜ	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	BENZEN	Endüstriyel bakımdan kıymetli olan benzen renksiz, alevlenebilen kimyasal bir maddedir. Kaynama noktası 80,1 °C, erime noktası 5,5 °C'dir. Plastik, naylon bileşiklerinde, sentetik deterjan üretiminde ve böcek öldürücü olarak kullanılır. Aynı zamanda iyi bir çözücüdür [8, 20].	Boya, vernik, cila Çözücüler Ahşap ürünler (İşlem görmüş) Yapıştırıcılar Sentetik kumaşlı mobilyalar (Yapı içi donanım bileşeni) (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
		KSİLEN	Ksilen, renksiz sıvı halinde bulunur. Petrol katranından elde edilir. Boya, yapıştırıcı, böcek öldürücü gibi pek çok üründe bulunur (Güler Şimşek, 2004) [8]	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Çözücüler, yapıştırıcılar Ofis aygıtları (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
		METİLEN KLORÜR	Doğada bulunmayan sentetik kimyasal bir maddedir. Renksiz, yumuşak, tatlımsı bir kokusu vardır. Uçucu bir madde olup suda çözünmez, toprakta tutunmaz [26].	Boyalar Vernik ve Cila Çözücüler Mobilyalar Sentetik kumaşlar (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
		FORMALDEHİT	Suda eriyebilen, renksiz, keskin kokulu uçucu bir gazdır. Tekstil, kimya, boya, kağıt ve kozmetik endüstrisinde kullanılır (Yılmaz, 2004) Üre formaldehit (UF), fenol formaldehit (PE) ve asetal reçinelerinin üretiminde ve yapıştırma, sertleştirme, koruma gibi amaçlar için kullanılır. Yapı içi havasındaki formaldehit yoğunluğu, havanın nemine, sıcaklığına, zamana, havalandırma durumuna, ürünün eski ya da yeni olmasına, yapı ürününün içindeki formaldehit oranına, ürünün alanının mekanın hacmine oranına bağlı değişiklik göstermektedir (Gilbert, 2005; Balanlı, Vural ve Tuna Taygun,2006) [8, 11, 12].	Sıkıştırılmış ahşap ürünler Beton, çimento, sıva Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Koruyucular (yalıtım ürünleri) Birleştiriciler (yapıştırıcılar) Halı, halı yapıştırıcıları, bazı kaplama ürünler Yalıtım ürünleri (Köpük şeklinde olanlar) Plastikler Ofis aygıtları Duvar kağıdı, laminant döşeme ve yapıştırıcılar Gaz döşem sistemi, ısıtma ve pişirme

Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİ BİLGİLERİ	KİRLETİCİ KAYNAĞI OLABİLEN YAPI ÜRÜNÜ	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	TRI-KLORO ETİLEN	Uçucu kimyasal bir maddedir. Kapalı ortam havasını olumsuz olarak etkiler (Uludağ Demirel, 2000; Zhu vd, 1997).	Mobilyalar(sentetik kumaşlı) (Ek, 1995; Yalçınkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
	ZARARLI DOĞAL GAZLAR	OZON	Ozon açık mavi renkli, keskin kokulu, zehirli bir gazdır. Taşıtların egzozlarından ve diğer yanma işlemlerinden ortaya çıkan azot oksitlerin ve hidrokarbonların güneş ışınları ile tepkimeye girmesi sonucu oluşur. Yer seviyesinde ve atmosferin üst bölümünde oluşan ozon, faydalı ve zararlı olarak adlandırılır. Faydalı ozon atmosferin 6-30 mil üzerinde oluşur ve koruyucu tabaka görevini yaparak atmosferi güneşin zararlı ultraviyole ışınlarından korur. İnsanların kullanmış oldukları kimyasallar nedeniyle yapısı bu durumdan olumsuz etkilenmiş ve yeryüzünün bazı bölgelerinde koruyucu ozon tabakasında delikler oluşmuştur. Yeryüzüne yakın bazı enerji santralleri, endüstriyel kazanlar, rafineriler, kimyasal fabrikalar, vb. kaynaklardan atmosfere verilen kirleticiler güneş ışınları ile kimyasal olarak reaksiyona girerek zararlı ozonu oluşturur. Yer seviyesindeki ozon zararlı ozondur (Vural, 2004) [3, 15, 16].	Ofis aygıtları, fotokopi makineleri İklimlendirme sistemi bileşeni, elektro hava temizleyicileri (Ek, 1995; Yalçınkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
		RADON	Radon gözle görülmeyen, renksiz, kokusuz radyoaktif bir gazdır. Radyum 226' nın bozunma ürünüdür. Alfa ışını verir ve toz parçacıklarına bağlı olarak çevreyi kaplar. Yarı ömrü 3.8 gündür. Yarı ömür, bir radyoaktif atomun eyleminin yarıya düşmesi için gereken süredir. Ölçü birimi Bequerel (Bq) dir. Bir radyoaktif madde saniyede bir alfa, beta ve gama parçacığı yayarsa o radyoaktif maddenin eylemi 1 Bq' dir [5, 6, 14]. Radon gazının havadaki oranı bölgelere, ülkelere, mevsimlere, gün ve saate göre farklılık gösterebilmektedir (ASHRE, 1998). Doğal olarak her yerde bulunan radon, yapılaşmanın olduğu arazide yapı tabanında bulunan aralıklardan yapı içine girer. Ayrıca toprak, çimento, taş, içme suyu, havalandırma, ısıtma sistemleri, doğalgaz sistemi, vb yapı ürünlerinden kaynaklanan radonun yapı içine karışması nedeniyle de yapı içine yayılır (Kınacı, 1982a, 1982b) [9, 10].	Sağlık döşem bileşenleri, su Radon içeren yapı ürünleri (granit, beton, tuğla, taş, toprak, alçı, agrega, vb. Kaynağı yeraltından elde edilen ürünler (Ek, 1995; Yalçınkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)

Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİ BİLGİLERİ	KİRLETİCİ KAYNAĞI OLABİLEN YAPI ÜRÜNÜ	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	ZARARLI DOĞAL GAZLAR	<p>Topraktan yapı içine yayılan radon bodrum ve zemin katlarda yoğunluk göstermekte, yapının katları yükseldikçe üst katlardaki radon oranı azalmaktadır.(McNall, 1986).</p> <p>Toprağın su ve gaz geçirgenliği, nemi, basıncı ve sıcaklığı, gözenekliliği, yapı ile olan basınç farkı, radon gazının yoğunluğunu etkiler (Vural, 2004; Balanlı, Vural, Taygun, 2004)</p> <p>Suda çözünme özelliği olan radon gazı, sudaki sıcaklık artışı nedeniyle havaya daha kolay karışır. Özellikle banyolarda banyonun kullanımından hemen sonra ortamda yüksek oranda radon gazı birikmesi olmaktadır. Soğuk havalarda yapıların ısıtılması sonucunda yapı içindeki basınç az dışarıdaki basınç çok olur. Bunun sonucunda içerideki radon oranı yükselir. Aynı durum rüzgarlı havalarda da geçerli olduğu için radon oranı yapı içinde artar [5, 6, 10].</p>		
	YANMA ÜRÜNLERİ	KARBONMONOKSİT	<p>Karbonun tam yanmamasından oluşan, renksiz, kokusuz, tatsız, havadan daha hafif zehirli bir gazdır. Ortamda %1 gibi düşük yoğunlukta bulunması bile öldürücü etkide olabilir (Başgül, 2004). Araç egzozlarından çıkan egzoz dumanı, karbon monoksitin en büyük yapı dış kirlilik kaynağıdır. Endüstriyel süreçteki yakıtların yanmaması ve yangınlarda diğer dış kaynaklardandır [3, 13].</p> <p>Havalandırma sistemi bulunmayan ısıtıcılar, Dışarıya duman sızdıran odun ve kömür sobaları, iç ortamda tütün ve sigara içilmesi, yapı içinde ya da yapıya çok yakın tasarlanan garajlardaki arabalardan kaynaklanan egzoz dumanları da yapı içindeki karbon monoksit kaynaklarındandır (McNall, 1986).</p>	<p>Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, havalandırmasız kerosen ısıtıcılar, gaz sobaları, odun sobaları, şömineler vb. (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)</p>
		KARBONDİOKSİT	<p>Karbonun oksijen ile eksik yanması sonucunda oluşan, renksiz, kokusuz, bir gazdır. Tüm yanma eylemleri ve fizyolojik eylemler karbon dioksit kaynağıdır [8, 18]</p>	<p>Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)</p>

Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİ BİLGİLERİ	KİRLETİCİ KAYNAĞI OLABİLEN YAPI ÜRÜNÜ	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	YANMA ÜRÜNLERİ	AZOTDİOKSİT	Azot, renksiz, kokusuz bir gazdır. Yapı dışında, daha çok taşıtların egzozlarından havaya karışır. Kimyasal maddelerin yapımı sırasında da ortaya çıkar (Dirican ve Bilgel, 1993). Azot oksitleri atmosferde en çok azot monoksit ve azot dioksit olarak bulunur. Yanma sonrasında azot monoksit daha çok oluşur. Yapı içinde ise azot dioksit yoğunluğu daha çok olmaktadır. Örneğin mutfaklarda elektrikli ve gazlı ocakların kullanımı ile azot oksit yoğunluğunda artış görülür [8].	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, sobalar, gaz döşem sistemi, vb (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
		KÜKÜRTDİOKSİT	Keskin kokulu, renksiz, kömür ve türevlerinin yanması esnasında oluşan önemli bir hava kirleticisidir. Olumsuz etkisi soğuk havalarda daha da artar. Termik santraller, endüstriyel kazanlar kükürt dioksitin kaynaklarıdır. Kömür ve gazyağı ile ısıtılan sobalar yapı içinde kükürt dioksit oranını artırır (Dirican ve Bilgel, 1993) [8].	İklimlendirme sistemi bileşeni, ısıtıcılar, sobalar kömür ve akaryakıt yanması, vb (Ek, 1995; Yalçinkaya, 1995; Vural, 2005); Balanlı ve Vural,2005)
	PARÇACIKLAR	ASBEST	TS 11597, Asbesti “...doğal olarak ezilen ya da işlendiğinde kolaylıkla uzun, ince ve esnek liflere ayrılabilen inorganik silikat bileşiklerine verilen mineralojik ad...”olarak tanımlamaktadır. Asbest özelliklerine göre anfibol ve serpantin olarak iki ana gruba ayrılır. Antofilit, amosit, aktinolit, krokidolit, tremolit anfibol grubunda yer almaktadır (WHO, 1987; Balanlı ve Tuna Taygun, 2005a ve 2000b). Asbest içerikli ürünler kullanım aşamasında lif düzeyi düşük olmasına karşın üretim, bakım-onarım, yıkım esnasında bu düzey yükselmektedir (Esin, 2004). Uygun koşullarda asbest içerikli yapı ürünü asbest liflerini ortama yaymaz. Bu şekilde yayılmadıkça ve solunmadıkça tehlikeli olmaz. Dünyada çoğu ülke asbest içeren ürünlerin kullanımını yasaklamış ya da azaltmıştır (Yaşar vd 2004)	Yalıtım ürünleri Döşeme ve tavan kaplamaları Duvar panelleri, sıva, bozulmuş eski asbest içerikli yalıtım vb.

Çizelge 2.5 Yapı içi hava kirleticileri ile ilgili bilgiler ve kirletici kaynağı olabilen yapı ürünleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİ BİLGİLERİ	KİRLETİCİ KAYNAĞI OLABİLEN YAPI ÜRÜNÜ	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	PARÇACIKLAR	KURŞUN	<p>Yumuşak, ağır, kolay dövülebilin ve doğada doğal olarak bulunabilen zehirleyici bir metaldir. Yeni kesildiğinde mavimsi beyaz renkli olup zamanla havada oksitlenme sonucu mat gri bir renk alır. İnşaat sektöründe, pil, mermi, lehim ve diğer alaşımların elde edilmesinde kullanılan kurşunun, elektrik iletkenliği düşük, korozyona dayanımı yüksektir.</p> <p>Hava, toprak, su yoluyla, solunumla biyolojik sistemleri olumsuz olarak etkiler.</p>	<p>Kurşun parçacıkları yapı içi havasına kurşun içerikli boyalar ve su boruları ile yayılmaktadır.</p> <p>Kurşun içeren boyaların eskimesi, yanması, kazıma ve zımparalama benzeri uygun olmayan yöntemlerle yüzeyden temizlenmesi, boruların zaman içerisinde eskimesiyle ile kurşunun zararlı etkisi altında cam boyama, , lehim yapma gibi iç ortamda yapılan eylemlerde kurşun yoğunluğunu artırmaktadır. İçme suları, benzin, toprak, yiyecekler, tozlar da kurşun kaynağıdır (Esin, 2004)</p>
	ORGANİZMALAR	EV TOZU AKARI	<p>Ev tozu akarları, bugün bilinen 2000' e yakın türü olan, 0.3 mm boyutunda olduklarından gözle görülemeyen ancak mikroskopla görülen canlılardır. Ergin olanları bir defada 20-40 yumurta üretebilmekte, yaklaşık 30 gün yaşamaktadır. Gelişimlerinde ortam ısısı etkilidir. Vücut yapılarının % 80-85' i sudan oluşan akarcıklar bir günde 20 defa dışkılamaktadır (Özbek Tezel, 2002).</p>	<p>Bakımı ve temizliği gereği gibi yapılmamış, halı perde, kumaş kaplı koltuk, vb. iklimlendirme sistemleri bileşenleri, klimalar, havalandırma kanalları, ıslak ve nemli gereği gibi temizlenmeyen mutfak, banyo, wc, buzdolabı, nemlenmiş ve daha sonra küflenmiş,duvar, döşeme vb</p>
	LEJYONELLA BAKTERİSİ	<p>Lejyonella bakterisi, küçük çubuk biçiminde olup, yaşamını su, hava ve insanda sürdürür. Havada bakterinin asılabileceği küçük parçacıkların bulunması, yüksek sıcaklık, bağıl nemin % 30' dan çok olduğu ortamlar yaşamaları için gerekli koşullardandır. Hava içindeki besleyici ve koruyucu organizmalarla beslenir ve püskürtme ve buharlaşma ile havaya karışır. (Uz, 1997a; Uz, 1997b; Balanlı ve Öztürk, 2005; TS 12093))</p>		

2.3.2 Yapı içi hava kirleticilerinin sınır değerleri

Kirleticilere ait sınır değerler, ülkelere/ kurumlara göre farklılık göstermektedir. Bunda da koşulların etkisi vardır. Çizelge 2.5' de yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri verilmektedir.

Çizelge 2.6 Yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİNİN SINIR DEĞERİ	ÖNEREN KURUM	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	BENZEN	Kabul edilebilir sınır değeri yok	WHO (1987)
			Genel olarak 500 µg/m ³ , (0,01 mg /cm ³ ü geçmemeli	TS (12281)
		FORMALDEHİT	0,065 ppm' aşmamalı	TS (12281)
			30 dakikada 0,1 mg / m ³	WHO (1987)
			Sürekli etkisinde kalındığında; 120 µg / m ³	ASHRAE 62-1989
			0-0,04 ppm	OHSD (1988)
			60-120 µg / m ³ (0,05-0,10 ppm)	Kanada Standardı
			Kısa ve uzun süre etkisinde kalındığında; < 0,06 mg/m ³	WHO (1984)
			8 saatlik etkilenme başlangıcı 0.75 ppm	OSHA
			Konutlar için 0.05 ppm	DHS
			0.016 ppm	NIOSH
			Konutlarda; kontrplak duvar kaplama < 0.20, Yonga ya da taş levha <0.30	HUD
			< 20 µg/m ³	EPA
			Konutlarda; etkilenme başlangıcı < 0.10, hedeflenen düzey <0.05	ARB
			METİL KLORÜR	1 m ³ havada 700 mg ve üzerinde olduğu zaman olumsuz etkilenme olmaktadır.	IARC
Kanserojen 2B İşyeri 8 saatte 1 m ³ hava da 87,5 mg İşyeri 15 dakikada 1 m ³ hava da 437,5 mg	EPA			

Çizelge 2.6 Yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİNİN SINIR DEĞERİ	ÖNEREN KURUM	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	Ortalama = 50 ppm (213 mg/m ³) Kısa süreli etkilenme 100 ppm (425, mg / m ³)	OSHA	
		Ortalama =20 ppm (85 mg/m ³) Kısa süreli etkilenme 40 ppm (170 mg/m ³)	AGGIH	
		Türkiye' de 35 ppm	Endüstriyel Kaynaklı Hava Kirliliğinin Kontrolü Yönetmeliği	
	TOLÜEN	0,01 mg/m ³ ' ü aşmamalı	TS (12281)	
		1 günde 7,5 µg/m ³ 30 dakikada 1 µg/m ³	WHO (1987)	
	ZARARLI DOĞAL GAZLAR	RADON	400 Bq/m ³ (tüm mekanlarda)	TAEK
			111 Bq/m ³	WHO
			148 Bq/m ³	EPA
			Yaklaşık 0	İsveç Standardı
			200 Bq/m ³	ICRP
			37 Bq/m ³	ASHRAE
	OZON	8 saatte 100-120 µg/m ³ (0.05-0.06 ppm) 0.12 mg/cm ³ ' ü aşmamalı	TS (12281)	
		1 saatte 150-200 µg/m ³ (0.076-0.1 ppm)	WHO (1987)	
		0,05 ppm	ASHRAE 62-1989	
Kısa süreli etki 1 saatte < 0,12 µg /m ³ (0.12 ppm)		Kanada Standardı		
0.05 mg/m ³		WHO (1984)		
0- 0,01 ppm		OSHD (1988)		

Çizelge 2.6 Yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİNİN SINIR DEĞERİ	ÖNEREN KURUM	
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	YANMA ÜRÜNLERİ	KARBON MONOKSİT	8 saatte 10 mg/m ³ (9-10 ppm) 24 saatte 30 mg/m ³ Yıllık 10 mg/m ³	TS (12281)
			1 saatte 30 mg/m ³ (25 ppm)	NAAOS
			30 dakikada 60 mg/m ³ (50 ppm) 1 saatte 30 mg/m ³ 8 saatte 10 mg/m ³	WHO (1987)
			0-4 ppm	OHSD (1988)
			Kısa süreli etki 8 saatte <11 ppm 1 saatte < 25 ppm	Kanada Standardı
			Sürekli etkisinde kalındığında <11 mg/m ³	WHO (1984)
			1 saatte 40 mg/m ³ 8 saatte 10 mg/m ³	EPA
			KARBON DİOKSİT	800 ppm' i aşmamalı	TS (12281)
		< 1800 mg/m ³		WHO (1984)
		330-800 ppm		OHSD (1988)
		8 saatte 500 ppm		ASHRAE (1982)
		Uzun süre etkisinde kalındığında 6300 mg/m ³ .(< 3500 ppm)		Kanada Standardı
		AZOT DİOKSİT	< 0,05	TS (12281)
			1 yılda 100 µg/m ³ (50 ppm)	NAAQS
			1 saatte 150 µg/m ³ (0,08 ppm) 24 saatte 400 µg/m ³ (0,21 ppm)	WHO (1987)
			Kısa süreli etkide 1 saatte saatte < 480 µg/m ³ (0,25 ppm) Uzun etki 100 µg/m ³ (0,05 ppm)	Kanada Standardı
			< 0,19 mg/m ³	WHO (1984)
		KÜKÜRT DİOKSİT	24 saatte 400 µg/m ³	Türkiye
			Kısa süreli etki < 0,5 mg/m ³	WHO (1984)
			Kısa süreli etki 5 dakikada < 1000 µg/m ³ (< 0,38 ppm) Uzun süre etki <50 µg/m ³ (< 0,019 ppm)	Kanada Standardı
			Duman olan durumlarda 80 µg/m ³ Duman olmayan durumlarda 120 µg/m ³	Çevresel Kirlenme Avrupa Yüksek Komisyonu
			24 saatte; 365 µg/m ³ Yıllık; 80 µg/m ³	EPA

Çizelge 2.6 Yapı içi hava kirleticilerinin kabul edilebilir sınır değerleri (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ		KİRLETİCİNİN SINIR DEĞERİ	ÖNEREN KURUM / KİŞİ	
PARÇACIKLAR	ASIL PARÇACIKLAR	GENEL	Kısa süre etkisinde kalındığında; 1 saatte $<1 \text{ mg/ m}^3$ Uzun süre etkisinde kalındığında; <40	Kanada Standardı
			$< 20 \mu\text{g/m}^3$	EPA
			Toplam (inhalebe) 15 mg/ m^3	OSHA
		ASBEST	0,2 lif / cc/8 saat	OSHA
			İşyeri havasındaki asbest etkilenimi için en çok; 0,6 lif / cm^3 saat krizotil 0,3 lif / cm^3 saat krizotil dışındaki lifler 0,3 lif / cm^3 saat krizotilli dışındaki karışımlar	TS 11597
			Kabul edilebilir sınır değer yok	WHO 1987
	Uzun süre etkisinde kalındığında yaklaşık 0		WHO 1984	
	ORGANİZMALAR	Ev tozu akarı Kurt Küf Mantar Lejyonella bakterisi	1000 spor/ m^3 , 60 mayt / gram tozu aşmamalı	TS 12281

2.4 Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliği-Kirleticilerin İnsan Sağlığına Etkileri

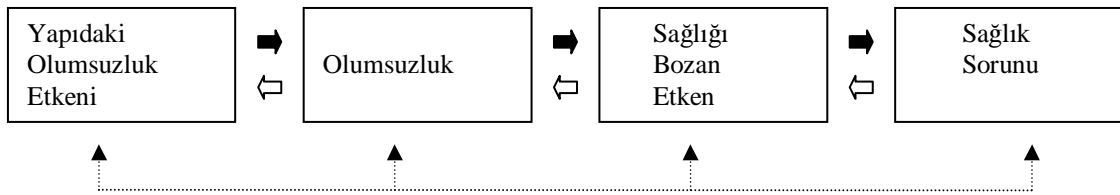
Yapı içi, kullanıcıların yaşamlarını geçirdikleri ortamlardandır. Bu ortamlarda ısı, ışık, gürültü gibi etmenlerin yanı sıra ortamın havasının da kullanıcıların sağlık, konfor, verimlilikleri üzerine etkileri vardır. EPA' nın "Sağlıklı Yapılar, Sağlıklı İnsanlar" konulu raporunda; insan sağlığı üzerinde yapı içinin etkisinin çok olduğunu ve yaşamın %90'ının geçtiği iç ortamdaki kirlilik düzeyinin çoğu zaman dış ortamdaki daha yüksek olduğu açıklanmıştır. Yine bu raporda, yapı içi hava kirliliklerinin solunum yolu hastalıkları ve kanser ölümlerine neden olduğunun kestirildiği belirtilmektedir (Esin, 2004) [22].

Yapının üretilmesinde esas teşkil eden yapı ürünleri, yapı içi havasını kirletebilir. Gereç, parça, bileşen, öge, üretim, uygulama, kullanım aşamasında sağlığı bozabilir. Pek çok yapı ürünü önlem alınmadığında insanı psikolojik, biyolojik olarak etkiler ve yaşam sağlığını

tehlikeye düşürebilir. Sağlık açısından güvenli ürünler bile bilinçsiz işlemlerle zararlı duruma gelebilmektedir. Örneğin ahşap koruyucuları, zehirli içerikli olup buharlaşma yolu ile havaya geçer. Bunların içindeki kirleticilerin buharlaşıp havaya karışması ile günün büyük bir bölümünü bu ürünün kullanıldığı ortamda geçirenlerde ağır hastalıklar, daha ilerisinde ölümler ortaya çıkınca Batı Avrupa da iç mekânlarda kullanımı yasaklanmıştır (Uyar, 1988).

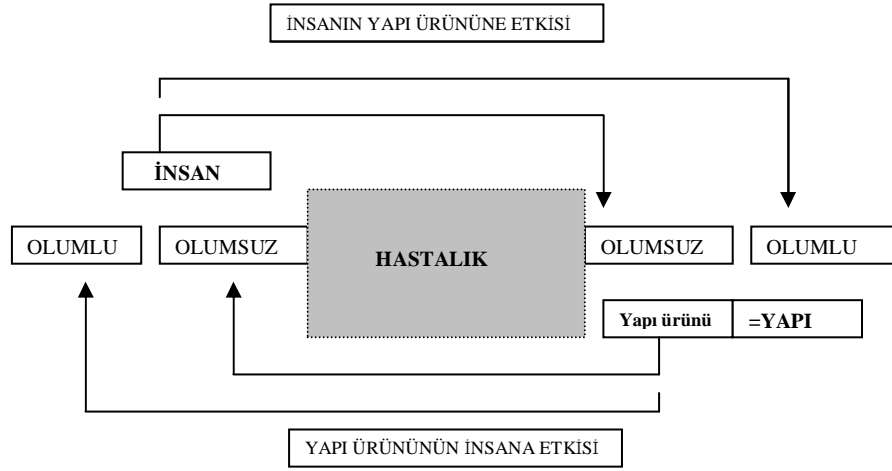
Yapı ürününün kullanıcıların sağlığını olumsuz olarak etkilemesi, yapının sağlıklı ortam oluşturma amacına ters düşmektedir. Etkileşimin olumsuzluğu kullanıcıda yapı kaynaklı sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Yapı içindeki koşullara bağlı olarak insanlarda görülen sorunlar: Hasta bina sendromu SBS- Sick Building Syndrome ve yapıyla bağlantılı rahatsızlıklar BRI-Building Related Illness olarak gruplandırılır. Hasta bina sendromunda şikayetlerin çoğu yapıdan ayrıldıktan sonra azalmakta ya da yok olmaktadır. Yapıyla bağlantılı rahatsızlıklar ise yapıdan ayrıldıktan sonra da devam etmektedir (Vaizoğlu, 1998; Chen ve Vine, 1999; Burge, 2004; Esin, 2004).

Balanlı ve Öztürk(2006), yapıdan kaynaklanan sağlık sorununa hangi olumsuzluğun neden olduğunun nasıl bulunabileceğini Şekil 2.1' de görüldüğü gibi özetlemiştir.



Şekil 2.1 Yapı ve sağlık sorunu arasındaki ilişki

Biyolojik, psikolojik ve sosyolojik gereksinmelerin karşılanamaması, beden ve ruh sağlığını olumsuz olarak etkiler bu da kullanıcılarda biyolojik ve psikolojik hastalıkların oluşumuna neden olur (Balanlı ve Öztürk, 1995). Kullanıcıların yapı ürününü, yapı ürününün de kullanıcıları yaşamları boyunca olumlu ya da olumsuz olarak etkilemesi ve her olumsuz etki kullanıcının ya da yapı ürününün dolayısıyla yapının sağlığını kaybetmesine neden olur. Bunun sonucunda da yapının niteliği bozulur, sağlıksız bir yapma çevre oluşur. Sağlıksız yapı da kullanıcılarının sağlığını olumsuz yönde etkiler. Şekil 2.2' de yapı ürünü ile insan arasındaki sağlık etkileşimi görülmektedir.



Şekil 2.2 Yapı ürünü ile insan arasındaki sağlık etkileşimi
(Balanlı ve Öztürk, 2006' dan yararlanarak)

Kirleticiler:

- Toksik (zehirleyici), zehirlenme
- Zararlı ve rahatsız edici (solunumu ve görmeyi etkileyen), akciğer ve solunum yolu hastalıkları, kötü koku sendromu/ kakosmi, vb
- Kanserojen (kanseri etkisi olan), kanser türleri
- Mutajenik (genetik etkisi olan), genetik rahatsızlıklar
- Alerjen (alerji yapan), alerji, alerjik astım, vb
- Enfeksiyona neden olan (Enfeksiyon yapan), Mikrobik iltihaplı hastalık/ enfeksiyon,

nedeni olabilmektedir. Hastalıklar, insanın biyolojik ve psikolojik yapısında önemli sorunlar oluşturur. Psikolojik olarak yapı içi hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki etkileri;

- Kirli havanın sürekli etkisi ile hareketsizlikten kaynaklanan tembellik,
- Karamsarlık,
- Bunalım,
- Sinirlilik,
-

olarak sıralanabilir. Psikolojik yönden rahatsız olan bir insanın dış etkilere karşı direnci azalmakta, hastalık yapıcı etkenlerden daha çok etkilenmektedir. Bu etkilenme biyolojik sağlığın da bozulmasına neden olabilmektedir.

Yapıyı oluşturan yapı ürünlerinin seçiminde, kullanıcının sağlığına olumsuz etkisi olmayan ya da daha az etkisi olan ürünlerin seçimi önem kazanmaktadır. Çizelge 4.6' da kirleticiler ve neden oldukları sağlık sorunlarından bazıları verilmiştir. Yapının kullanıcısının sağlığı bozucu

koşullardan etkilenme olasılığı riski gösterir. Her olumsuzluk etkeninin her kullanıcı için oluşturduğu risk farklıdır. Bu farklılık; kullanıcının biyolojik ve psikolojik yapısı, etkenin türü, yoğunluğu, sıklığı ve etkilenme süresinden kaynaklanır (Balanlı ve Öztürk, 2006).

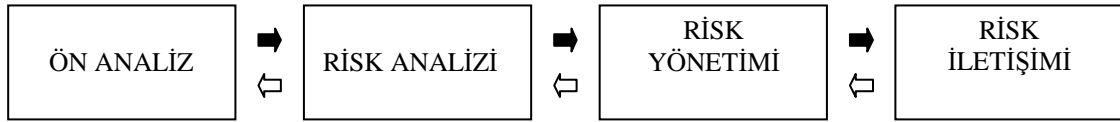
Fiziksel özelliklerine göre gazlar buharlar ve parçacıklar olarak gruplandırılan, yapı içi hava kirleticilerinin sağlık etkileri doz-tepki analizi kapsamında detaylı olarak verilecektir.

3 RİSK VE RİSK MODELLERİ

Risk çalışmalarındaki süreç;

- Risk Analizi/ Değerlendirmesi
- Risk Yönetimi
- Risk İletişimi

olarak üç adımda ele alınmaktadır. Vural bu sürece bir ön araştırma adımını ekleyerek teziyle risk süreci çalışmasına emek, süre ve gider açısından katkıda bulunmuştur (Vural, 2004). Risk analizi ve risk yönetimi konuları birbiri ile bağlantılı olmasına karşın farklı süreçlerdir. Risk çalışma sürecinin aşamaları Şekil 3.1’ de verilmektedir. Risk analizi nesnel, risk yönetimi ise öznel (Duru ve Besbelli,1997)



Şekil 3.1 Risk çalışma süreci

3.1 Risk Tanımı ve Sınıflamaları

Risk konusunun daha iyi anlaşılabilmesi için farklı risk tanımlamalarına ve sınıflandırmalara yer verilecektir.

3.1.1 Risk Tanımı

Riskin tanımının yapılabilmesi için tehlike, zarar tanımlarının bilinmesi gerekmektedir.

Tehlike;

“...kişi/ kullanıcıların sağlığının bozulmasına, zarara uğramasına neden olan şey....” (Andaç, 2004).

“...zarar, hasar veya yaralanma yaratabilme potansiyeli...”(Tiryaki ve Baripoğlu, 2000)

“...zararın potansiyel kaynağı,...” (TS 18001)

“...nesne ya da olgunun kendi yapısından olan ve etkilenme koşullarında insan ya da çevreye zarar oluşturma olasılığı,...” (Duru ve Besbelli 1997; Bureau Veritas, 2001)

olarak tanımlamaktadır.

Türk Dil Kurumu [19]sözlüğünde ise “ Büyük zarara veya yok olmaya yol açabilecek durum..., gerçekleşme ihtimali bulunan fakat istenmeyen durum...”

olarak tanımlamaktadır.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak **tehlike, kullanıcıları zarara uğratma olasılığı bulunan ve olumsuz olarak etkilenmelerine neden olan, istenmeyen durum** olarak tanımlanabilir.

Zarar;

“... tehlikenin denetlenmemesi durumundan ortaya çıkan fiziksel, işlevsel ya da maddi hasar durumu...” (Duru ve Besbelli, 1997)

Türk Dil Kurumu sözlüğünde ise “Bir şeyin, bir olayın yol açtığı çıkar kaybı veya olumsuz kötü sonuç...” olarak tanımlamaktadır.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak **zarar, tehlikenin denetlenemediği durumlarda oluşan olumsuz sonuç** olarak tanımlanabilir.

Tehlike ve zarar tanımları yapıldıktan sonra risk ile ilgili tanımlamalar daha kolay anlaşılabilir.

Risk sözcüğünün köken olarak Arapça rızık/rısk (risq), Latince riziko (risicum) sözcüklerine dayanmakta olduğu söylenmektedir (Ansell ve Wharton, 1992).

Risk;

“...zarara uğrama tehlikesi, riziko..” [19]

“...çekinmeyi gerektiren neden, ölüm ya da büyük dokunca olasılığı...”(Püsküllüoğlu, 2002)

“...nesne ya da olgunun bir etkileşim sonrası insan ya da çevrede can kaybı, sağlık sorunları, malzeme ve çevresel hasarlar gibi zararlı etkiler oluşturma olasılığı ve belirli bir zaman diliminde bu etkileşimin büyüklüğü...”(Duru ve Besbelli,1997)

“...belirli ve istenmeyen bir olayın sıklığı, olasılığı ve sonucunun bütünü ...” (Bureau Veritas, 2001)

“...tehlike, kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç oluşturma olasılığı ...” (Andrews and Moss, 2002)

“...kapsamı belirlenmiş zarar potansiyeli, risk kaza olasılığı (P) ile kazanın kapsamının (S) bir fonksiyonu ” (Andaç, 2004)

“...geniş bir çerçeve içinde tanımladığında, planların başarısız olma olasılığı, hatalı karar alma tehlikesi, zarar etme veya kâr etmeme...” (Bolak, 2004)

“...gerek belirsizlik gerekse belirsizliğin sonuçları...” (Arman ,1997)

ILO yönetim kurulunun 244. toplantısında alınan karar sonucu hazırlanan uygulama kodunda “... belli bir dönemde veya koşullar altında istenmeyen olayın ortaya çıkma olasılığı, bu çevre koşullarına göre sıklık (belli zaman birimi içindeki olay sayısı), olasılığı (belli bir ön oluşuma bağlı olarak ortaya çıkma ihtimali) ...”(Andaç, 2004).

“..tehlike, yitik, yaralanma ya da başka bir zararlı sonuç oluşturma olasılığı...” (Andrews ve Moss, 2002; Balanlı ve Öztürk,2006)

olarak tanımlanmaktadır.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak **risk, istenmeyen sonuç oluşma olasılığı** olarak tanımlanabilir.

3.1.2 Risk Sınıflamaları

Riskleri oluşturan nedenlerin niceliği, bunların sınıflandırılmasını da güçleştirmektedir. Herkesin kabul ettiği genel bir risk sınıflandırması bulunmamaktadır. Değişik alanlarda yapılmış çok sayıda sınıflandırma vardır. Örneğin,

İşletme yönetiminde riskler:

- Ticari riskler,
- Rastlantı sonucu oluşan riskler,

olarak iki gruba ayrılmaktadır.

Ticari risklerde, oluşabilecek risklere karşı bir kazanç olasılığı ya da ticari zarar oluşabilir. Bu riskler işletmenin aldığı kararlar sonucunda karşılaşılan risklerdir. Rastlantı sonucu oluşan risklerde oluşacak kayba karşı kazanç olmayabilir. Bu tür riskler genelde işletmenin mal varlığının azalmasına neden olur (Berk, 1992).

Bolak (2004) riskleri;

- Kurum Dışı- Kurum İçi Riskler,
- Yönetilebilir Riskler- Yönetilemez Riskler,
- Sistemik- Sistemik- Sistemik Olmayan Riskler,
- Finansal Risk – Finansal Olmayan Riskler,
- Sabit Getirili Menkul Kıymetlerde Riskler,

olarak sınıflandırmıştır. Bolak sınıflandırması, kurumlara yönelik olup, kurum içinden ve dışından gelebilecek istenmeyen durumları, daha çok finans, nakit gereksinmesi, borç, kurum

çalışanlarının eğitim ve beceri düzeyleri, üretim teknolojisi, satın alma gücü, pazar, menkul yatırımlar, yönetim, vb. gibi konulardan kaynaklanan risklere yönelik yapılmıştır

Papageorge, riskleri gelişme şekillerine göre:

- Tek tek gelişen riskler,
 - Seri durumda gelişen riskler,
 - Aynı anda gerçekleşen riskler,
- olarak üç grupta incelemektedir.

Tek tek gelişen riskler çok farklı nedenlerden dolayı ortaya çıkabilmektedir. Her bir neden tek tek değerlendirilmelidir. Seri durumda gelişen riskler, pek çok tek riskin dizi durumunda gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkar. Tek risklerde olduğu gibi her biri bağımsız değildir, bir olayın gelişimi diğer bir olayın ortaya çıkmasını etkiler. Aynı anda gerçekleşen riskler, iki ya da daha çok riskin aynı anda gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkar. Bu durum iki ya da daha çok riskin tek ya da seri durumlarının aynı anda oluşması sonucu oluşur (Papageorge, 1988; Taş, 1994; Dirgeme, 1998).

Andrews ve Moss (2002) ise riskleri üç ana gruba ayırmıştır. Bunlar:

- Meslek riskleri,
- Ekonomik riskler ve
- Toplum riskleri,

dir. Meslek riskleri; iş ortamında oluşabilecek zarar ya da ölümcül kazalar sonucu işgücünü etkileyen ekonomik riskler; anapara sonucu oluşan maddi zararları kapsayan, toplum riskleri ise çevre ve insanla ilişkili riskleridir

Kolluru (1996)'da riskleri,

- Kabul edilebilir riskler,
- Kabul edilemez riskler,

olarak sınıflandırmış ve risk düzeyini ayırt edebilmeye yarayan bir takım ölçütler üzerinde durmuştur. Bu ölçütler, sıfır risk, en az risk, belirgin risk, istatistiksel ömrün değerini içermektedir (Vural, 2004).

Sıfır risk, riskin hiç olmadığı zamanlarda kullanılabilen bir tanımlamadır. Bu gerçekleşmesi zor bir durumdur. En az risk, riskin en az olduğu durumlarda kullanılır. Sorun ve tehlikeler belli bir düzeyin altında olduğunda bir takım riskler yok sayılıp etkinliğe devam edilir. Belirgin risk, en az riskin karşıtıdır. Maliyet önemsenmeden acil olarak ele alınması gereken riskler için kullanılan ölçüttür. İstatistiksel ömrün değeri, kabul edilebilir risk düzeylerini

belirlemede kullanılan ekonomik ölçütlerdendir. Toplumda herhangi bir bireyi olumsuz etkileyecek risklerin azaltılması ile ilgilenir. Tek bir bireye ya da belirli kişilere yönelik olmayıp, toplumdaki bütün bireylerin istatistiksel yaşantıları ile ilgili çalışmaları kapsar.

ABD' nin askeri standardı MIL-STD-882-B (Sistem Güvenliği Programı Gereklilikleri) olarak bilinen programda, risklerin kabul edilebilirlik düzeyi;

- Kabul edilebilir riskler,
- Kabul edilemez (yüksek) riskler,
- Dikkate alınması gereken olası riskler,

olarak sınıflandırmıştır. (Haimes, 2004; Turan, 2004).

Bu programda, risklerin gerçekleşme olasılığı;

- Çok küçük,
- Küçük,
- Orta,
- Yüksek,
- Çok yüksek,

Risklerin gerçekleşmesi durumunda şiddeti olasılığı;

- Çok hafif,
- Hafif,
- Orta,
- Ciddi,
- Çok ciddi,

olarak değerlendirilmekte olup, Çizelge 3.1 ve 3.2' de görülmektedir. Risk analizi, işlem, yer ya da etkinlik bazında yapılabilir. İşlem, yer/ birim ya da iş etkinliğinde açığa çıkabilecek tehlikeler/çekinceler belirlenir, listelenir. Riskin derecelendirilebilmesi için olasılık ve sonucun şiddet derecesinin sayısal olarak ifadelendirilmesi yarar sağlayabilir (Tiryaki ve Baripoğlu, 2000). Çizelge 3.3 ve 3.4' de ABD' nin askeri standardı MIL-STD-882-B olarak bilinen programda risklerin derecelendirme düzeyi ve risk puanı değerlendirmesinin nasıl yapılabileceği verilmektedir.

Çizelge 3.1 MIL-STD-882-B programında riskin gerçekleşme olasılığı

OLASILIK	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME
Çok Küçük	Hemen hemen hiç
Küçük	Çok az (yılda bir kez)
Orta	Az (yılda birkaç kez)
Yüksek	Sıklıkla (ayda bir)
Çok yüksek	Çok sıklıkla (haftada bir, her gün)

Çizelge 3.2 MIL-STD-882-B programında riskin gerçekleşme şiddeti

SONUÇ	DERECELENDİRME
Çok Hafif	İlk yardım durumu
Hafif	Kalıcı etkisi olmayan ayakta tedavi
Orta	Yatarak tedavi, kısa süreli
Ciddi	Uzun süreli tedavi
Çok Ciddi	Ölüm, iş göremezlik

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğindeki riskler, tek tek, seri durumda ve aynı anda gerçekleşebilir ve yönetilebilir. Bu riskler, kullanıcı sağlığına yönelik olan toplum risklerindedir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğindeki risklerin sınıflandırılmasında/ kabul edilebilirlik düzeyinde ABD' nin askeri standardı MIL-STD-882-B olarak bilinen programda riskler için yapılmış olan derecelendirme düzeyinden ve değerlendirmeden yararlanılabilir

Çizelge 3.3 MIL-STD-882-B programında risk derecelendirme düzeyi /matrisi

OLASILIK	ŞİDDET DERESESİ(Zarar verme etki derecesi)				
	Çok Hafif 1	Hafif 2	Orta Dereceli 3	Ciddi 4	Çok Ciddi 5
Çok Küçük 1	Anlamsız 1	Düşük 2	Düşük 3	Düşük 4	Düşük 5
Küçük 2	Düşük 2	Düşük 4	Düşük 6	Orta 8	Orta 10
Orta 3	Düşük 3	Düşük 6	Orta 9	Orta 12	Yüksek 15
Yüksek 4	Düşük 4	Orta 8	Orta 12	Yüksek 16	Yüksek 20
Çok Yüksek 5	Düşük 5	Orta 10	Orta 15	Yüksek 20	Kabul Edilemez 25

Çizelge 3.4 MIL-STD-882-B programında risk puanı değerlendirme/ kabul edilebilirlik

	Yüksek (Kabul Edilemez) Riskler
20,25 15,16	Bu risklerle ilgili hemen kesin çözüm çalışması yapılmalı
	Dikkate Alınması Gereken (Olası)Riskler
10,12 8,9	Bu risklere mümkün olduğu kadar çabuk el koyup, iyileştirme yapılmalı
	Kabul Edilebilir Riskler
4,5,6 1,2,3	Acil önlem gerektirmeyebilir

3.2 Risk Modelleri

Risk sürecine yönelik yapılan çalışmada, değişik risk modellerinin oluşturulduğu görülmüş ve bu modeller incelenerek yorumlar yapılmıştır.

3.2.1 Risk analizi ve kullanılan modeller

Risk analizi ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra analizde kullanılan modeller ve yapılmış çalışmalardan örnekler verilecektir.

3.2.1.1 Risk analizi

Risk analizi,

“...duyarlılık analizinin doğal ve mantıksal bir uzantısı...” (Hertz ve Howard, 1984).

“...stratejik kararlarla ele alınan değişkenle ilgili olan riskin kapsamlı olarak anlaşılmasını sağlayan yöntemler bütünü...” (Arman, 1997).

“...proaktif davranabilmenin nesnel dayanağını oluşturan kilit işlevlerden biri...” (Tiryaki ve Baripoğlu, 2000)

“... riski kabul edilebilir düzeye indirebilmek amacıyla yapılan her türlü eylem ve tehlike analizi yöntemi...” (Andaç, 2004).

“... riskin büyüklüğünü hesaplama ve riskin tolere edilebilir olup olmadığına karar verme...” (Turan, 2004).

“... risklerin tanımlanması, ölçülmesi, ve nitelendirilmesi...” (Karaca, 2004)

“...risklerin tanımlanmasını, ölçülmesini ve nitelendirilmesini içerir ve genelde dört adımdan oluşur.

- Tehlikenin tanımı

- Etkilenmenin değerlendirilmesi
- Doz-Tepki değerlendirmesi ve
- Risk nitelendirmesi ...”(Nelly, 1994; Williams, 2000; Vural, 2004)

olarak tanımlamaktadır.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak risk analizi için yapılan en ayrıntılı tanımlamanın en son yapılan tanımlama olduğu görülmektedir.

Risk analizi için, **tehlikelerin belirlenmesi, ölçülmesi, etkilenme, doz- tepki değerlendirmesinin ardından risklerin değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasını içeren çalışmalar** tanımlaması yapılabilir.

Risk analizi, riskin ayrıntılı olarak anlaşılmasını sağlayan yöntemler bütünüdür. Planlama ve kestirim, risk durumu, incelenecek konunun ayrıntılı olarak incelenmesi, siyasal, ekonomik, toplumsal, teknolojik gelişmelere yönelik senaryo geliştirme, risk ve belirsizliğin ele alınması gibi alanlara girdi sağlayarak risk yönetiminde önemli bir işlev görür.

Risk analizinde, sorunun niteliği ve etkileri önemlidir. Karar vericiler, yargılama ve inceleme aşamasında verim oranını, sonuçlarını göz önüne alarak karar verir. Risk analizinde, belirsizlik açık olarak ele alınır, yöneticinin belirsizliğin sonuçta, yönetici daha iyi bilgilerle donatılmış olacağından, risk analizi konusundaki yargısı, kendisinin ve karar verici grubun riske karşı olan tutumunu yansıtacaktır (Hertz ve Howard ,1984; Arman, 1997).

Oak Ridge **‘iyi risk analizi’** için 10 ölçüt belirlemiştir. Bu ölçütlere göre analiz;

- Kapsamlı
- Kanıt ve bulgulara uygun
- Mantıklı, bilimsel
- Uygulanabilir
- Değerlendirmeye açık
- Desteklenebilen varsayımlar ve düşünceler üzerine kurulu
- Kurumlarla uyumlu
- Öğrenmeyi sağlayan
- Risk iletişimine uyumlu
- Yenilikçi, yaratıcı

olmalıdır (Haines,2004).

Andaç (2004), risk analizlerinin ortak amaçlarını;

- Risk kaynaklarını bulmak,
- Bunları değerlendirmek,
- Önlemleri belirlemek,
 - Önlemlerin sırasını belirlemek,
 - Yapılabilecek parasal yarar,
 - Oluşabilecek bedeli belirlemek,
 - Güvenlikten ödün vermeden en ekonomik yöntemi belirlemek,
- Önlemlerin gerçekleşmesini sağlamak,
 - Amaca ulaşım ulaşılmadığını belirlemek,
 - Bu riski önlerken başka bir riske neden olmamak,

olarak dört aşamada sıralamıştır. Ancak burada analiz ve yönetim ayırımı yapmadan yönetimi de analizin içinde vermiştir. Analiz ve yönetimin ayrı değerlendirilmesinde yarar vardır.

Risk analizi yapacak takımın dikkat etmesi gereken konuları da:

- Çok dikkatli hazırlanmalı,
- Gerekli ve yeterli belgelemeye sahip olmalı,
- Disiplinli bir takım oluşturulmalı,
- Analiz planı ve süresi dikkatle belirlenmeli,
- Takım önderi, yönetim ve yönlendirmede yetenekli olmalı,

biçiminde sıralamıştır.

Haimes (2004)' de risk analizi sırasında üç temel soruna yanıt aranması gerektiğini ifade etmektedir. Bu sorular;

- Tehlikeli olan ne?
- Tehlikenin olasılığı ne?
- Sonuç ne olur?

Risk analiziyle; tehlikelerin belirlenmesi, her bir tehlikenin ortaya çıkma olasılığıyla, olası sonuçların şiddet derecesinin değerlendirilmesi, mevcut denetimlerin etkinliğinin gözden geçirilmesi, dolayısıyla da acil önlem gerektiren risklerle, maliyet-etkin önlemlerle orta vadede kabul edilebilir düzeylere indirilebilecek risklerin tanımlanması- ile risklerin ayrımı sağlanmış olur. Riski analiz ederken tehlikenin neden olduğu olayın sonuçları ve olasılığı dikkate alınmalıdır (Bkz.Çizelge 3.1, 3.2). Olasılığın değerlendirilmesi yapılırken aşağıda belirtilen sınıflandırmalar tehlikeli bir olayın olma olasılığını, en doğru bir şekilde açıklamak için oluşturulmalıdır(Turan, 2004; Andaç, 2004).

Riskin ölçülmesinde, geçmiş verilerden yararlanarak geleceği kestirmeye çalışmak, geleceğin geçmişin bir yinelemesi ya da benzeri olacağı düşüncesi temel alınabilir. Geçmişe ait veri yoksa ya da geleceğin geçmişten farklı olabileceği düşünülüyorsa, risk hesabında geçmiş verilerden yararlanmak yerine, doğrudan doğruya geleceği kestirmek yoluna başvurulabilir. (Bolak, 2004). Tek bir olayın riski ile toplam riskin birbirinden farklı olduğu açıktır. Riskin ölçülmesi ile riskin hangi risk sınıfına gireceği belirlenir. Bu çalışma ile riskin yüksek, orta ya da düşük olup olmadığı konusunda bilgi sahibi olunur. Tanımı yapılan ve ölçülen riskler için daha sonra risk nitelendirilmesi yapılabilir (Aldrich vd,1993; Arman, 1997).

3.2.1.2 Risk analizinde kullanılan modeller

Risk analizi ile ilgili olarak kullanılan birçok model vardır. Uygun analizin seçimi için iki konu/ girdi önemlidir. Bunlar:

- Kaynak (eleman, süre, yönetimi iyi bilen bir takım önderinin olması vb.),
- Amaç ve hedef (analizi yapılacak kuruluşun/ürünün türü, sonuçların ne amaçla kullanılacağı, analizin derinliği ve kapsamı, analizi yapılacak kuruluşun /üretim basit veya karmaşık olması)

dir (Dinçler, 2000; Andaç, 2004).

Risk ve tehlike analizi modellerinden bazıları niteliksel (kalitatif) bazıları da hem niteliksel (kalitatif) hem de niceliksel (kantitatif) dir. Niceliksel risk analizinde, risk hesaplarında sayısal yöntemlere başvurulurken, niteliksel değerlendirmede ise, olumsuzluğun etkisi, olumsuzluğun gerçekleşme olasılığı gibi etkenlere sayısal değerler verilerek bu değerlerin matematiksel ve mantıksal yollarla değerlendirmesi yapılarak risk değerleri bulunmaktadır. Çizelge 3.3' de bu modellerden bazılarının karşılaştırılmaları yapılmıştır (Andaç, 2004).

Modellerden bazıları;

- ✓ Denetim Listeleri/ (Check List)
- ✓ Kaza Sonuç Analizi (Event Tree Analysis)
- ✓ Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis)
- ✓ Tehlike ve Çalışabilirlik (HAZOP)
- ✓ Normal Sistemden Sapma ve Etkileri Analizleri (FMEA)
- ✓ Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP)

Çizelge 3.5' de verilen karşılaştırma sonucunda yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizi için kaza sonuç analizi, hata ağacı analizi ve denetim listelerinden de yararlanılabileceği görülmüştür.

Risk analiz modelleri ile genel bilgilerin verilmesi, modellerin daha iyi tanınması bakımından gereklidir.

Denetim Listeleri/ Check List

Bir kuruluşun ya da üretimin tüm donanımının ve aletlerinin tam olup olmadığını veya yanlış kullanılıp kullanılmadığını belirler. Denetim listelerinde yer alan özel sorularla, analizi yapılan kuruluşun ya da üretimin eksikleri belirlenir. Bunun sonucunda hazırlanan bir önlem listesi ile, yapılması gereken düzeltmeler önerilir. En iyi sonuç veren listeler, üretici kuruluşların geçmiş deneyimlerine dayalı veya deneyimli uzmanlar tarafından hazırlanmış listelerden alınarak hazırlanabilir (Andaç, 2004).

Çizelge 3.5 Risk analiz modellerinden bazılarının karşılaştırılması
(Dinçler, 2000'den uyarlandı)

Modeller Ölçütler	Denetim Listeleri/ Check List	Normal Sistemden Sapma ve Etkileri/ FMEA	Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları/ HACCP	Tehlike Çalışabilirlik/ HAZOP	Kaza Sonuç/ Event Tree	Hata Ağacı/ Fault Tree
Takım çalışması	Takım	Takım	Takım	Takım	Kişisel	Kişisel
Gerekli Belge	Çok az	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla	Çok fazla
Gerekli Süre	Çok az	Orta	Orta	Orta	Fazla	Fazla
	(1 günden az)	(Hafta)	(Hafta)	(Hafta)	(Haftalar)	(Haftalar)
Takım Önderinin Deneyimi	Az deneyim	Orta deneyim	Orta deneyim	Orta deneyim	Çok fazla deneyim	Çok fazla deneyim
Niteliksel/ Niceliksel	Niteliksel	Niteliksel	Niteliksel	Niteliksel	*Niteliksel	Niteliksel
					Niceliksel	Niceliksel
Tümevarım/ Tümdengelim	Tümevarım	Tümevarım	Tümevarım	Tümevarım **	Tümevarım	Tümdengelim
Kapsam	Çok kapsamlı Olabilir	Fiziksel Tehlike	Fiziksel Tehlike	Fiziksel Tehlike	Çok kapsamlı Olabilir	Çok kapsamlı Olabilir
Yönelik olduğu dal	Her dala uyar	Elektrik/ Makine	Yiyecek/ tarım	Kimya/ İlaç/ Petrokimya	Her dala uyar	Her dala uyar

* Niteliksel : Kalitatif (qualitative)

Niceliksel : Kantitatif (quantitative)

** Tümevarım : İnduktif

Tümdengelim : Deduktif

Kaza Sonuç Analizi (Event Tree Analysis)

Bu yöntemle, herhangi bir tehlikeli olayın yaratabileceği çeşitli olasılıklar analiz edilir. Analiz edilecek sistemin, iyi belirlenip sınırlarının belirlenmesi gerekir. İdeal olarak, birden fazla üretim ve koruma sisteminin olduğu kurumlarda kullanılır. Kazaların sıklığı ya da olasılıkları sayısal olarak belirlenir (Andaç, 2004).

Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis)

Bu yöntem, Bell Telefon Laboratuvarları'nda Amerikan Hava Kuvvetleri (U.S Air Force) için 1962 yılında geliştirilmiş bir yöntemdir. Boeing Uçak Şirketi ve nükleer güç reaktörlerinde de çok yaygın bir şekilde kullanılır ve olabilecek en kötü durumun gerçekleşmesi ya da gerçekleşmemesi için alınması gereken önlemler ayrıntılı bir şekilde analiz edilir. Yöntemin çok ayrıntılı ve uzun sürede tamamlanabilmesi nedeniyle genellikle nükleer güç reaktörleri, uçak sistemleri gibi karmaşık sistemlerde kullanılır. Gerçekleşmemesi istenen en kötü durum belirlenir, bu olaya neden olabilecek tüm etkenler analiz edilir. Değişik hataların neden olabileceği en kötü durumu eksiksiz analiz edebilmek için çok deneyimli analizciye gereksinim vardır. Analiz edilecek sistemin çok iyi belirlenmesi şarttır. Hem tek bir olaya hem de çeşitli olaylara bağlı kaza olasılıklarını analiz etmek için uygundur. İstenmeyen en kötü durum, olayın ne sıklıkta ve ne olasılıkta olabileceği rakamlarla belirlenebilir. Alınacak önlemlerin ekonomik olup olmadığı da bu yöntemle belirlenebilir (Haimes, 2004).

Tehlike ve Çalışabilirlik (HAZOP)

Kimya endüstrisi tarafından, bu sanayinin özel tehlike potansiyelleri dikkate alınarak geliştirilmiştir. Sistemli ve disiplinli bir takım tarafından, kaza nedenlerinin belirlenmesi, analizleri ve ortadan kaldırılmaları için uygundur. Bir sistemde veya üretimde, ham maddelerin, ara ürün, bitmiş ürün ve enerji, su havalandırma gibi destekleyici sistem veya maddelerin akışını analiz eder. Belirli kılavuz kelimeler kullanarak yapılan sistemli bir beyin fırtınası çalışmasıdır. Çalışmaya katılanlara, belli bir yapıda sorular sorulup, bu olayların olması veya olmaması halinde ne gibi sonuçların ortaya çıkacağı sorulur. Genellikle kimya endüstrisinde borular ve enstrüman diyagramlarının analizlerinde kullanılır. Analizi yapılacak kurumlarda deneyimi olan bir takım tarafından yürütülür (Andaç, 2004).

Normal Sistemden Sapma ve Etkileri Analizleri (FMEA)

En yaygın bir biçimde kullanılan yöntemlerden biridir. ABD' de Savunma Bakanlığı (DoD), Uzay Araştırma (NASA), Enerji Bakanlığı (DoE)ve özel sektörde kullanılır, özellikle

otomotiv endüstrisinde en çok kullanılan, güvenilir bir yöntemdir. Yöntem ile herhangi bir sistemin tümü ya da bölümleri ele alınarak, bunların alt bölümleri, aletler ve bunların bileşenlerinde ortaya çıkabilecek arızalardan, hem bölümlerin hem de bütün sistemin nasıl etkilenebileceği ve çıkabilecek sonuçlar analiz edilir. Kısaca bir sistemin bölümlerini esas alan bir yöntemdir. Takım ya da tek kişi tarafından uygulanabilir. Analiz edilecek sistemin çok iyi belirlenmesi gerekir. Analiz sonuçlarının düzeyi, analiz yapanın sistemi iyi anlamasına ve risklerden çıkacak sonuçları doğru değerlendirmesine bağlıdır. Kazanın neden olabileceği zarar belirlenebilir (Haimes, 2004).

Tehlike Analizi ve Kritik Denetim Noktaları (HACCP)

Özel olarak yiyecek ve içecek endüstrisi için geliştirilmiş bir yöntemdir. Birçok biyolojik, kimyasal, fiziksel ve mekanik tehlikeleri dikkate alır. Bu tehlikeleri ortadan kaldırmak ya da azaltmak amacı ile kritik denetim noktaları, kabul edilebilir ve edilmeyen tehlike limitleri de belirlenir (Andaç, 2004).

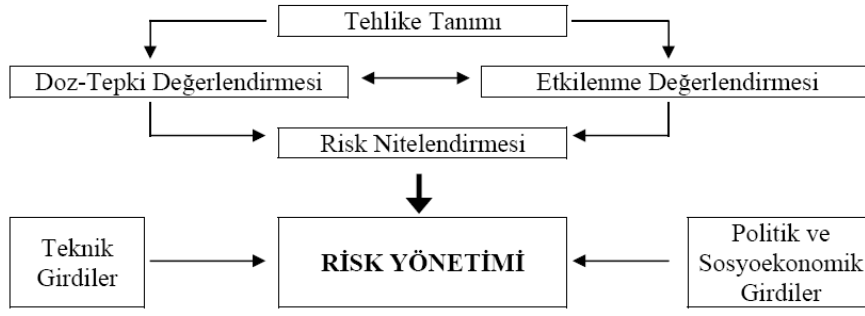
Yapılmış çalışmalar

Risk analizi ve bazı modeller ile ilgili genel bilgilerden sonra değişik dallarda yapılmış analiz/değerlendirme çalışmalarından önemli olanlar beşinci bölümdeki yönetim modelinin oluşturulabilmesi için tanıtılacaktır. Çalışmalardan bazıları:

Asante –Duah	(1993), Tehlikeli Atık Risk Değerlendirmesi
Cranor	(1993), Zehirli Madde Düzenleme
Neely	(1994), Kimyasal Etkilenmeye Giriş ve Risk Değerlendirmesi
Spengler	(2000), Risk değerlendirme ve yönetimi,
Haimes	(2004), Risk Modelleme, Değerlendirme ve Yönetim

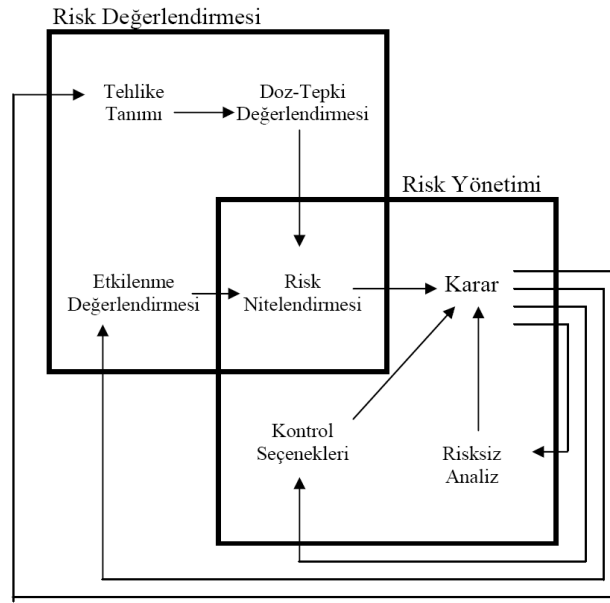
olarak sıralanabilir.

Asante–Duah’ın 1993 yılında yapmış olduğu, “Tehlikeli Atık Risk Değerlendirmesi” çalışmasında Şekil 3.2’ de görüldüğü üzere tehlike tanımı, doz-tepki değerlendirme, etkilenmenin değerlendirilmesi ve sonuçta riskin nitelendirilmesi ile risk analizi aşaması tamamlanır ve bir sonraki aşama olan yönetim aşamasına geçilmektedir. Modelde geri besleme olmadığı için oluşabilecek hatalar ve bilgi akışı denetimini sağlanamamaktadır. Modelin ön bölümleri Neely’ in modeli ile oldukça benzerdir, geri beslemelerde farklılık vardır.



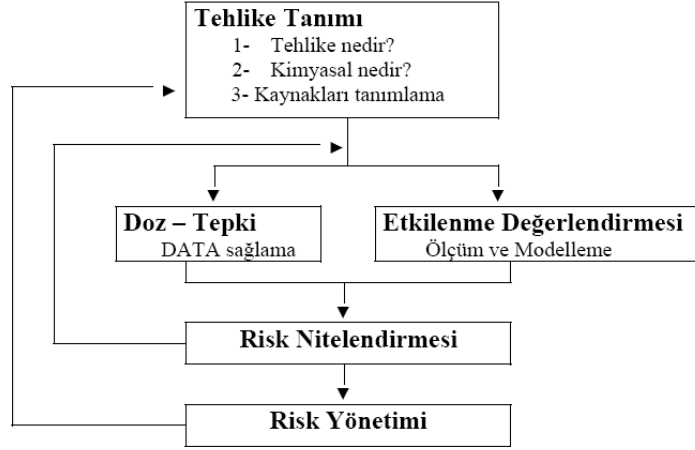
Şekil 3.2. Asente-Duah risk modeli (Asente-Duah,1993)

Cranor (1993), “Zehirli Madde Düzenleme” adlı çalışmasında risk analizi ve yönetimi ile ilgili bir model oluşturmuştur. Şekil 3.3’ de yer alan risk nitelendirmesi hem risk analizi / değerlendirilmesi hem de yönetiminde alt adım olarak yer almaktadır. Karar risk nitelendirmesi, denetim seçenekleri, risksiz analiz etkisinde oluşturulmaktadır. Karardan her adıma geri besleme yapılarak bilgi akışı sağlanmaktadır.



Şekil 3.3 Cranor’un risk analizi ve yönetimi modeli(Cranor, 1993)

Neely 1994 yılında, yapmış olduğu “Kimyasal Etkilenmeye Giriş ve Risk Değerlendirmesi” çalışmasında analiz sürecini Şekil 3.4’ de görüldüğü gibi dört adımda vermiş ve sonraki aşama olan risk yönetimi aşamasına geçmiştir. Süreç geri beslemelerle sadece iki yerde desteklenmektedir. Bu da yetersiz kalmaktadır.



Şekil 3.4 Neely'in risk analizi modeli (Neely, 1994)

NAS (ABD Ulusal Bilim Akademisi)' in 'Federal Hükümette Risk Değerlendirmesi' raporunda risk değerlendirme dört adımdan oluştuğu bildirilmiştir. Adımlar:

(1).adım Tehlike Tanımı

- Bilgilerin elde edilip çözümlenmesi
- Olası kimyasalların tanımlanması

(2).adım Etkilenme Değerlendirmesi

- Kirletici etkilerinin çözümlenmesi
- Etkilenen topluluğun tanımlanması
- Etkilenme yollarının tanımlanması
- Yoğunluk belirlenmesi

(3).adım Doz- Tepki Değerlendirmesi

- Nitel ve nicel toksik bilgilerin toplanması
- Eşik değerlerin belirlenmesi

(4).adım Risk Nitelendirmesi

- Oluşan sağlık etkilerinin nitelendirilmesi
 - Kanser riski kestirimi
 - Kanser olmayan tehlike kestirimi
- Belirsizliklerin değerlendirilmesi

olarak sıralanmıştır (Vural, 2004). Bu değerlendirme oldukça kapsamlı, gerçekçi bir modeldir.

Spengler' in 2000 yılında yapmış olduğu, "Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi", çalışması (Bkz. Şekil 4.1) bu alanda yapılmış çalışmalardandır. Risk analizinde NAS'ın uyguladığı adımları uygulamıştır. Bu adımlar; tehlike tanımı, etkilenme değerlendirme, doz-tepki

değerlendirmesi ve risk nitelendirmesidir. Risk sürecinde, risk analizi yapıldıktan sonra risk yönetimine geçilmiş ve risk iletişimi ile ilişkilendirilmiştir.

Haimes' in 1981 yılında yapmış olduğu, "Risk Modelleme, Değerlendirme ve Yönetim", çalışmasında risk süreci, risk analizi ve yönetimi (Bkz. 3.2.2.2) birlikte verilmiştir (Haimes, 2004).

3.2.2 Risk yönetimi ve kullanılan modeller

Risk yönetimi ile ilgili genel bilgiler verildikten sonra risk yönetimde yapılmış çalışmalardan örnekler verilecektir.

3.2.2.1 Risk yönetimi

Risk yönetimi,

"...sorunların nasıl ele alındığını değil, sorunların ne şekilde belirlenip çözülebileceğini inceler..."(Solberg,1999).

"...tehlikenin tanımlanması, riskin değerlendirilmesi, denetim önlemlerinin uygun bir şekilde kullanılması ve sonuçların değerlendirilmesini de kapsayacak şekilde toplam yöntem ..."(Arman, 1997).

"...bir kuruluş ve çalıştırılmasındaki iş güvenliği önlemlerini iyileştirme ve sürdürmeyi başaracak tüm girişimler ..."(Andaç, 2004).

"...bir işletmenin taşımak istemediği risklerin en uygun risk yönetim teknikleri ve maliyetleri ile işletme içinde olumsuz etkilerini sınırlandırmak ve sadece taşınan risklerin karşılığında kâr etmesini sağlamak..."(Bolak, 2004).

"... toplumdaki risklerin düzeyini, dağılımını ve kabul edilebilirlik düzeyi ile ilgili kararları içerir..."(Zimmerman,1990).

ILO yönetim kurulunun 244. toplantısında alınan karar uyarınca hazırlanan uygulama kodunda

"...bir kuruluş ve çalıştırılmasındaki iş güvenliği önlemlerini iyileştirme ve sürdürmeyi başaracak tüm girişimler ..."

olarak tanımlanmaktadır.

Bu tanımlamalardan yola çıkarak **risk yönetimi; risk yönetim modellemesinin ardından, risk ilişkisinin kurulması, yönetim seçeneklerinin belirlenmesi, karar verilmesi, uygulanması ve sonucun değerlendirmesinden oluşan yöntemler bütünü**, tanımlanabilir.

Risk yönetimi süreci, tehlikelerle, bu tehlikeler sonucu ortaya çıkan risklerin analizinde denetim önlemlerinin etkili ve yeni tehlikelere yol açmamasını sağlamak için gerekli olan yapısal sistemi oluşturmaktadır. Bu süreç herhangi bir zamanda uygulanabilir. Deneyimler, süreç uygulamalarının mümkün olan en erken sürede başlatılması gerekliliğini göstermektedir. Tasarım aşamasında, her ayrıntının düşünülmesi esneklik sağlayacaktır. Sonradan düşünülen çözümler, daha maliyetli ve karmaşık olabilir, geniş uygulama alanına sahiptir (Andaç, 2004).

Risk yönetiminde; risklere karşı nasıl davranılacağı kararları verilir. Kararın verilmesi risk yöneticisinin görevidir (Bolgün ve Akçay, 2005). Risk yöneticisinin, yönetim ve yönlendirmede yetenekli, dikkatli, disiplinli olması, takımına iyi bir önder olması gerekmektedir. Risk yönetiminin ilk adımını sınıflandırma oluşturur. Risk sınıflandırması ne kadar riskin kabul edilebileceği kararının verilmesine dayanır (Vural, 2004). Bu adımda risk yöneticileri neyin kabul edilebileceği, o riskle ilgili olarak nelerin yapılabileceği sorularına yanıt arar (Duru ve Besbelli, 1997).

3.2.2.2 Risk yönetiminde kullanılan modeller

Risk yönetimine yönelik değişik modellerin oluşturulduğu görülmüştür. Bunlardan bazıları;

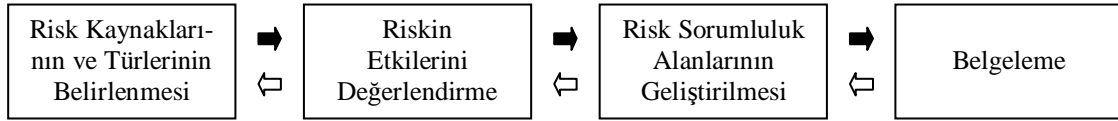
- Sistematik risk yönetimi yaklaşımına yönelik Al-Bahar ve Crandall (1990) tarafından geliştirilen risk yönetimi modeli,
- Cranor(1993) “Risk analizi ve yönetimi modeli” çalışması,
- Amerikan Başkanlık ve Amerikan Kongresi Risk Değerlendirme ve Risk Yönetimi Komisyonu (1997) tarafından kullanılmak üzere geliştirilen çevre sağlığına yönelik oluşturulan model,
- Bureau Veritas (2000)’ in “ Risk Önleme yaklaşımı” adlı çalışması,
- Spengler (2000), “ Risk değerlendirmesi ve yönetimi ”çalışması
- Haimas (2004)’ın “Risk Modelleme, Değerlendirme ve Yönetim” çalışması,

olarak sıralanabilir. Risk yönetiminde yapılmış ilk çalışmalardan biri, sistematik risk yönetimidir. Bu çalışmada risk yönetimini; karmaşık her sorun gibi parçaların birleştirilmesi mantığıyla sistematik yaklaşımla ele alarak, farklı bir yaklaşım izlenmiştir. Bu konuda birbirine yakın özellikler taşıyan sistematik risk yönetimi yaklaşımları mevcuttur. Sistematik

risk yönetimi için araştırmacılar üç aşama belirlemişlerdir: (Al-Bahar ve Crandall,1990; Hayes vd, 1986, Taş,1994).

- (1).**aşama** Risk kaynaklarının ve türlerinin tanımlanması (risk belirleme aşaması)
- (2).**aşama** Etkilerin değerlendirilmesi ya da analizinin yapılması (risk değerlendirme)
- (3).**aşama** Riski azaltmak ve denetim altında tutmak için sorumluluk alanlarının ve politikalarının geliştirilmesi (yanıt geliştirme)
- (4).**aşama** Dökümantasyon/ Belgeleme

Risk yönetiminde her aşamada elde edilecek sonuç bir sonraki aşamaya veri niteliğinde olacaktır. İlk üç aşama sorunun ne olduğu, büyüklüğü ve onun için ne yapılabileceğine yanıt bulmaya çalışır. Dördüncü aşama olarak belirtilen dökümantasyon/ belgeleme ise sistemin yönetilebilmesi için gereklidir (Şekil 3.5). Risk yönetimi tüm riskleri ortadan kaldıramayabilir, asıl amacı, burada riskin en verimli şekilde yönetildiğini güvence etmektedir.



Şekil 3.5 Sistematik risk yönetimi aşamaları

Cranor(1993) “Risk analizi ve yönetimi modeli”, risk analizi ile ilgili çalışmalarda açıklanmıştır. Bu çalışmada risk nitelendirmesi, hem risk analizi/ değerlendirmesi hem de yönetiminde alt adım olarak yer almaktadır. Karar; risk nitelendirmesi, denetim seçenekleri, risksiz analiz etkisinde oluşturulmaktadır. Karardan her adıma geri besleme yapılarak bilgi akışı sağlanmaktadır. Bu çalışma ile risksiz analiz ve bunun yönetimi sağlanabilmiştir.

Amerikan Başkanlık ve Amerikan Kongresi Risk Değerlendirme ve Risk Yönetimi Komisyonunun 1997 yılında hazırlanmış olduğu raporda (Şekil 3.6) verilen “Risk Yönetimi Modeli”ne göre risk yönetimi altı adımdan oluşmaktadır (Vural,2004).

Bu model;

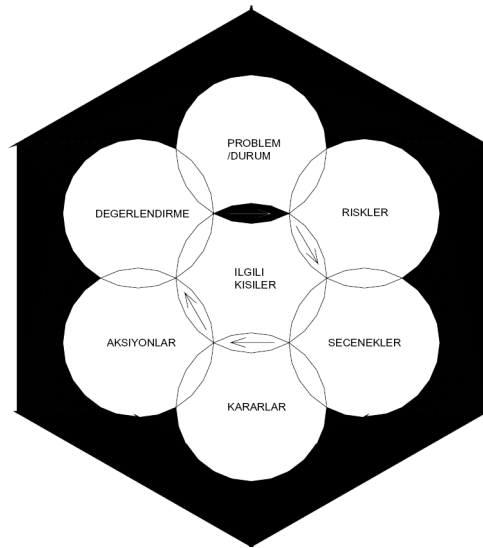
- (1).**adım** Sorunun belirlenmesi
- (2).**adım** Risklerin irdelenmesi
- (3).**adım** Seçeneklerin değerlendirilmesi
- (4).**adım** Karar alma
- (5).**adım** Uygulama

(6).adım Sonuçların değerlendirmesinin yapılması

adımlarından oluşmaktadır.

Sorunun tanımlanması, risk yönetiminin ilk ve en önemli aşamasıdır. Bu aşamada sorun belirlenir, tanımlanır ve ayrıntılı olarak incelenir. Sorun, nedenlerine ve etkilediği kişilere göre tanımlanabilir. Sorunun tanımlanması sonuç için önemlidir. Belirlenerek tanımlanan ve ayrıntılı olarak incelenmesi gereken sorun, risk yöneticileri tarafından daha anlaşılır olması bakımından önemlidir. Bu aşamada risk yönetiminin amaçları ve risk yöneticilerinin belirlenmesi gerekmektedir. Risk yöneticileri hedeflerini, risklerin yanı sıra ekonomik, toplumsal değerler ve yasal sorumluluklar birlikte belirler. Toplumun çıkarlarına yönelik oluşturulması gereken hedefler karar verme aşamasında da dikkate alınmalıdır.

Risklerin irdelenmesi aşamasında sorunun taşıdığı riskler incelenir. Risklerin irdelenmesi risk değerlendirme ve risk yönetimi arasında köprü oluşturur. Risk yöneticileri risklerin irdelenmesi ile örneğin insan sağlığı ile ilgili riskler, olumsuz sonuçlar, risk altındaki kişiler ve uygulamalar konusunda daha kapsamlı bilgi sahibi olur. Bunun sonucunda da yöneticiler kendilerine özgü risk tanımlamaları daha kolay yapabilir.



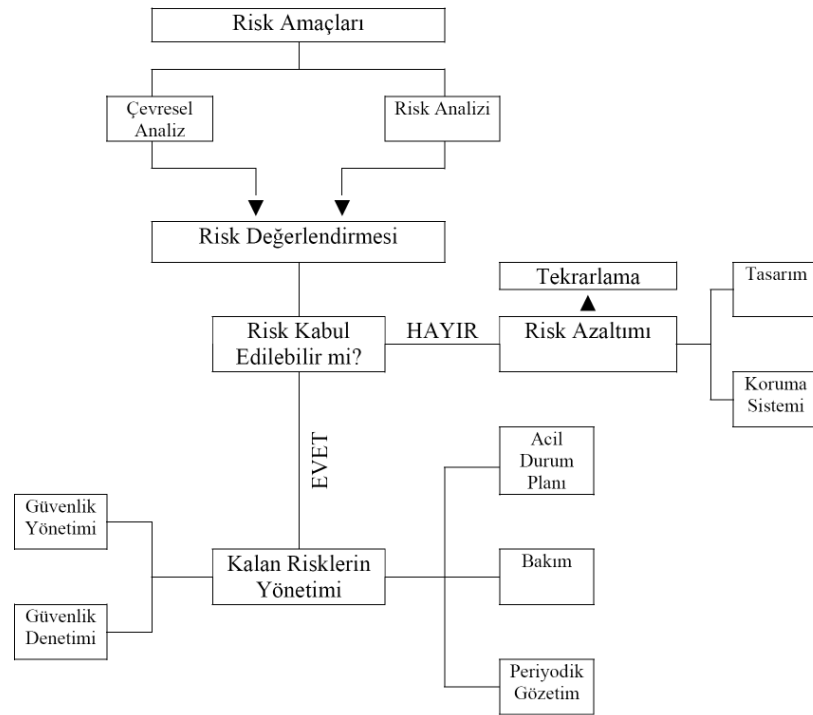
Şekil 3.6 Amerikan Başkanlık ve Amerikan Kongresi Risk Değerlendirme ve Risk Yönetimi Komisyonunun risk yönetim modeli (Williams, 2000; Vural 2004))

Seçeneklerin değerlendirilmesi adımı, seçeneklerin belirlenmesi ve irdelenmesi yapılır. Maliyet-Etkinlik, Maliyet-Fayda Analizi ve Karar Analizi yöntemlerinden yararlanarak değerlendirme yapılmaktadır.

Risk yönetiminin uygulama adımında karar verilen seçeneklerin uygulaması yapılır. Uygulama yeni bilgilere açık olmalıdır.

Son adım olan sonuçların değerlendirilmesinde, risk yönetimi kararlarının değerlendirilmesi yapılır. Değerlendirme, hedefe ulaşıp ulaşılmadığı, risk yönetiminin başarısı ve etkililiği konusunda bilgi vermektedir. Bu adımda veri eksiklikleri belirlenebilmekte yeni bilgilere gereksinim olabilecektir. Kararların doğru verilmesi daha sonraki uygulamalar için kaynak olacaktır.

Bureau Veritas (2001)“Risk Önleme Yaklaşımı” risk yönetimde yapılan ilk çalışmalardan biridir. Modelde (Şekil 3.7) kabul edilemeyen riskler için risk azaltımına yönelik önlemler alınmaktadır. Azaltım sağlanamadığı durumlarda tekrarlama yapılır. Daha sonrada kalan risklerin yönetilmesi ve denetlenmesi yapılarak risk önleme yaklaşımı çalışması tamamlanmaktadır.



Şekil 3.7 Bureau-Veritas' ın risk önleme yaklaşımı (Bureau-Veritas,2000)

Spengler (2000), “ Risk Değerlendirmesi ve Yönetimi ”çalışması da yapıda yapılmış çalışmaların tanıtıldığı bölümde verilmiştir (Bkz.Şekil 4.1). Spengler risk yönetimini, gider ve kazanç, politika ve yasalar, sosyal adalet, değer yargılarının ve rekabet eden risklerin etkilediği ve bunları risk yöneticisinin yönlendirdiğini, oluşturduğu modelinde belirtmiştir.

Haimes (2004), “ Risk Modelleme, Değerlendirme Yönetim” isimli çalışmasında da risk analizi ve risk yönetimi ile ilgili risk süreci:

- (1).**adım** Riskin tanımlanması
 - (2).**adım** Riskin modellenmesi, boyutlarının belirlenmesi ve ölçümü
 - (3).**adım** Riskin değerlendirilmesi
 - (4).**adım** Riskin kabul edilmesi, kaçınılması
 - (6).**adım** Riskin yönetilmesi
- adımlarından oluşmaktadır.

Risklerin tanımlanması adımı risk kaynakları ve belirsizliğin tanımı yapılır. Bu adımda ‘**Tehlikeli olan ne?**’ sorusunun yanıtı aranır. Riskin modellenmesi, boyutlarının belirlenmesi ve ölçümü adımı, nesnel ya da öznel olasılıklar yardımıyla nelerin olumsuz olabileceği ve risk kaynakları arasındaki etkileşimi incelenir. Olumsuz etkilerin sonuçları ve olasılıkların değerlendirilmesi modellendirmenin temelini oluşturur. Risk değerlendirmesi aşamasında, analiz ve yönetim süreçlerindeki benzer ve benzer olmayan adımlar ele alınır. Riskin kabul edilmesi ve kaçınılması adımı karar verme adımıdır. Son adım olan riskin yönetilmesi adımı seçenekler uygulamaya geçirilir. Risk analizi ve yönetimi sürecinde geri besleme yapılır, karar vericiler her adımda önceki adımları tekrar edebilir.

Risk yönetim modellemesi

Risk yönetimi: (Al-Bahar ve Crandall, 1990; Aydeniz, 2008)

- Riskten kaçınmak,
- Riski önlemek,
- Riski kabullenmek ve risk kestirimi
- Riski aktarmak
-

olarak modellenebilir. Riske neden olan olaylardan uzak durmak ya da en aza indirmek için uygun koşulların oluşturulması gerekir. Bu da yönetim seçeneklerinin doğru belirlenmesi ile sağlanabilir.(PMI, 1992).

Riskten kaçınma

Riskten kaçınmak, insanların doğal davranış biçimi olarak gözlenmektedir. Bu, riske neden olabilecek nedenlerden uzak durmak anlamındadır. Bazı durumlarda elde edilecek fayda ya da oluşabilecek zarara uğramaktansa mevcut durumun korunması tercih edilebilir (Bolak, 2004).

Riskten kaçınma, çok kullanılan seçeneklerden birisidir. Ancak riskten kaçınma ile fayda ya da kazanç kaybı kabullenmiş olur (Al-Bahar ve Crandall, 1990).

Riskin önlenmesi

Riskin önlenmesi, yönetimde kullanılacak diğer bir seçenektir. Bu seçenekte kullanıcıların risk/ risklerden etkilenmesinin azaltılması sağlanabilmektedir.

Riskin olasılığını azaltmak, bunu gerçekleştirebilmek iki durumun etkisinde olabilir. Belirsizlik belirlilik haline dönüşebilir ya da olumsuz olayların gerçekleşme olasılığı azaltılabilir. Bunun içinde

- Belirsizliğe benzer temsili bir durum oluşturulur (Simulasyon),
- Detaylı bir planlama yapılarak belirsizlik azaltılır,
- Deneyimli eleman kullanılır,
- Bilinen teknoloji kullanılır,
- Riskin gerçekleşmesi durumunda, etki şiddetini azaltmak alınacak önlemlerle sağlanabilir (Al-Bahar ve Crandall, 1990).

Riskin kabullenilmesi ve risk kestirimi

Risk yönetiminde risklerin kabullenilmesinin önemi gün geçtikçe daha iyi anlaşılmaktadır. Riskin kabullenilmesi, etkilenmenin bilinçli bir şekilde kestirilmesi ile sağlanabilir (Al-Bahar ve Crandall, 1990).

Risk aktarımı

Risk aktarımı, riskin oluşması durumunda, riskin sonuçlarını bütünüyle paylaşmak şeklinde açıklanabilir (Al-Bahar ve Crandall, 1990).

Risk yönetiminde seçeneklerin değerlendirilmesi

Risk yönetiminde seçeneklerin değerlendirilmesinde; karar analizi, maliyet-fayda analizi, maliyet-etkinlik analizi yöntemlerinden yararlanılabilir.

Karar analizi

Evren ve Ülengin kararı "...belirli bir hareket payını benimsemeye yönelten bir seçim süreci olarak..." tanımlamaktadır (Evren ve Ülengin, 1992).

Karar analizinde seçenekler ya da olasılıklar karşılaştırılıp değerlendirilerek, en iyi davranış biçiminin seçimi amaçlanır. Bu nedenle, kara analizi için, belirsizliğin fazla olduğu durumlarda karar alabilmek için geliştirilen sistematik yaklaşım tanımlaması da yapılabilir.

Karar verme süreci çok önemli bir süreçtir. Bazı kişilerin verdikleri kararların, sadece kendilerini değil, yakın çevrelerini de etkileyebilecek sonuçlara yol açtığı, hatta daha da ileri gidildiğinde toplumun ya da ulusun kaderini belirleyebildiği, bilinen bir gerçektir. Karar analizi, karar verici, seçenekler ve karar sorunu arasındaki temel ilişkileri belirler. Yönetmek karar vermeyi gerektirir. Yönetim kararları, düzenlemenin sonuca ulaşabilmesi için önemlidir. Kararların doğruluğu bilgi kaynaklarının doğruluğuna bağlıdır.

Karar analizi yöntemleri, karar vermede karar vericiye yardımcı olabildiği gibi her zaman doğru karar vermeyi de güvence edemeyebilir, risk her zaman vardır. Riski tamamen ortadan kaldırmak mümkün olamadığı için azaltmaya yardımcı olur. Tek aşamalı ve çok aşamalı karar modelleri vardır. Tek aşamalı karar modellerine, belirsizlik ve risk altında karar verme . çok aşamalı karar modellerine örnek olarak Bayes ölçütü, karar ağaçları verilebilir

Karar verici, bazı durumlarda ön bilgilere sahip olabilir. Bu bilgiler çoğunlukla bir olasılık dağılımına dönüştürülür. Bu dağılıma ön olasılık dağılımı denilir. Bu olasılıklar, öznel yapıda olup karar vericinin deneyim ve sezgilerine dayanır. Yöntem seçimi sırasında, bu tür ön olasılıklardan yararlanmak üzere kullanılan ölçüt 'Bayes' ölçütüdür. Bayes ölçütü, karar vericinin beklenen kaybı en aza indirgeyen yöntemi seçmesini önerir (Haimes, 2004).

Karar ağaçları, zaman içinde ve gözleme dayalı etkenlerin bulunduğu her türlü karar ortamında, seçenek değerlendirmesine yönelik olarak kullanılabilen bir modelleme yöntemidir. (Evren ve Ülengin, 1992).

Maliyet-Etkinlik Analizi

Bu analizde maliyetler parasal olarak hesaplanırken etkinlik yani verimlilik olumlu sonuçların birimleri şeklinde ifade edilmektedir. İki seçeneğin maliyetlerinin farkı etkinliklerinin farkına bölünerek, maliyet-etkililik oranı bulunur. Seçenekler bulunan oranlara göre düşükten yükseğe doğru sıralanır, bütün kaynaklar için yapılır. Bu yaklaşımda belirlenen hedefin

verimli olması gerekmektedir. Aksi durumda yaklaşımın sonuçlarının verimli olması beklenmemelidir.

Maliyet-Fayda Analizi

Değerlendirme, bütün maliyet ve faydaların birimlere dönüştürülüp sayılarla tanımlanması ile yapılır. Bunda topluma getireceği bütün maliyet dikkate alınır ve parasal değerlendirme yapılır. Bu analiz yardımıyla pek çok seçeneğin karşılaştırması kolaylıkla yapılabilir. Toplam faydaların ve maliyetlerin farkı olarak tanımlanan net faydanın bulunması gerekmektedir. En yüksek net faydayı veren seçenek toplum için en uygun seçenek olduğundan seçilir. Bu analiz toplam fayda ve toplam maliyet üzerinde durduğundan dağıtımla ilgili konulara açıklık getiremez.

3.2.3 Risk iletişimi

Risk iletişiminin temel amacı, farklı risk kavramlarının bütünleşmesi özellikle risk azaltan ortamı oluşturmaya öncelik verme ve hafifletirmedir (Renn, 2004). Risk iletişimi ile ilgili olarak pek çok rapor EPA tarafından oluşturulmuştur. Bu kaynaklara göre etkili risk iletişimi: Dürüst ve açık olmalı, risk iletişimi adımı toplumda yer almalıdır. Topluma iletilmek istenen bilgi dikkatle planlanmalı ve sağlanan iletişim değerlendirilmeli, toplumun söylemleri ve kaygıları iyi belirlenmelidir. Risk iletişiminde sağlık kurumları toplumla birlikte çalışmalı, basın organlarının rolünü anlamalı, iletişim sağlanarak, açık ve net iletişim kurulmalıdır (Aldrich ve Griffith, 1993; Lagoy, 1994; Vural, 2004).

4. YAPIDA RİSK ve RİSK MODELLERİ- YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK

Bu bölümde yapıda risk ve risk modelleri, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ön analiz ve risk analizi konuları ile ilgili bilgilere yer verilecektir.

4.1 Yapıda Risk

Önceki bölümlerde yapılan risk tanımlamasından yola çıkılarak **yapıda risk, yapının neden olması sonucunda kullanıcılar için istenmeyen sonuçlar oluşturma olasılığı olarak tanımlanabilir.**

Yapının neden olduğu riskler, yapının tasarım, uygulama, kullanma ve ortadan kaldırma aşamasında oluşabilecek bütün riskleri kapsar. Tez konusu yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri ile sınırlandırıldığından, burada kullanım aşamasında yapı ürünlerinden kaynaklanan ve insan sağlığını etkileyen riskler değerlendirilecektir.

4.2 Yapıda Risk Modelleri

Yapı için önerilmiş risk modellerinden bazıları;

Spengler (2000), Risk değerlendirmesi ve Yönetimi,

Vural (2004), Yapı içi hava niteliği risk süreci modeli,

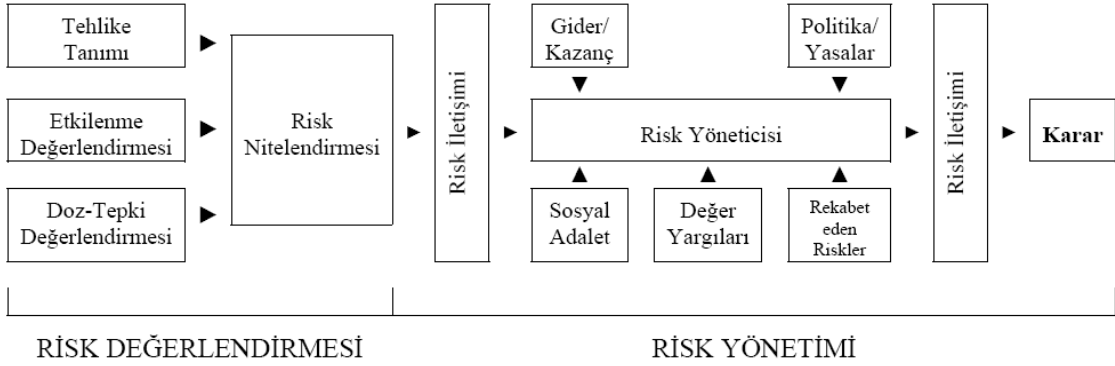
Balanlı ve Öztürk (2006),Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar (Yapı biyolojisi risk araştırmaları sürecinde adımlar),

Spengler' in 2000 yılında yapmış olduğu, "Risk değerlendirmesi ve yönetimi",çalışması bu alanda yapılmış kapsamlı çalışmalardandır. Risk sürecinde, risk analizi yapıldıktan sonra risk yönetimine geçilmiş ve risk iletişimi ile ilişkilendirilerek karar verilmiştir NAS' ın risk değerlendirme adımları uygulandıktan sonra risk nitelenmiş ve yönetim adımına geçilmiştir.

Risk yönetiminde riskler;

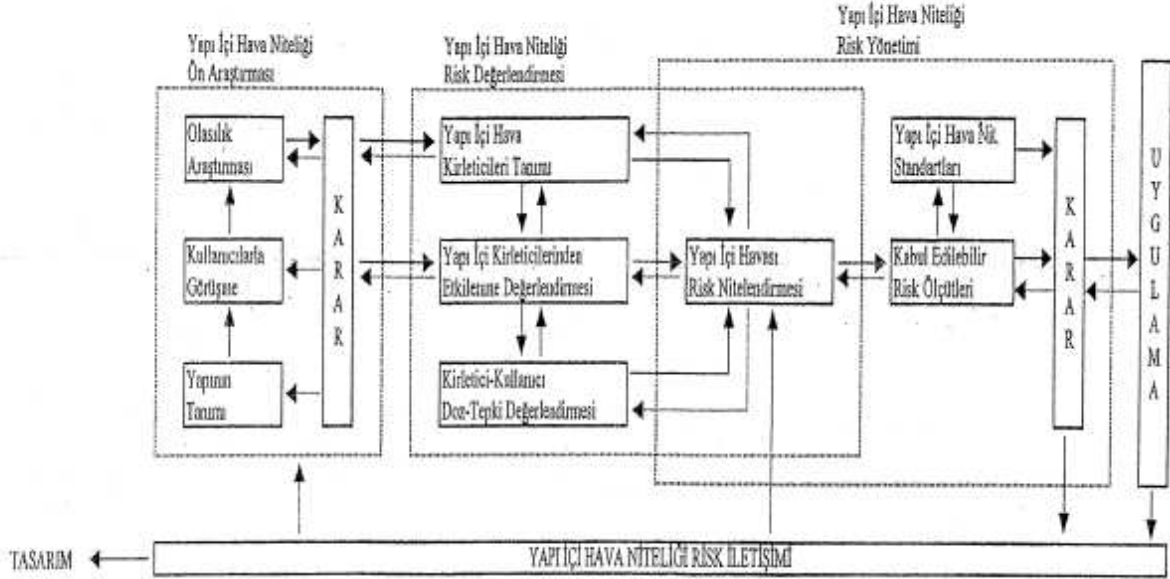
- Gider/ Kazanç,
- Politika/ Yasalar,
- Sosyal adalet,
- Değer yargıları,
- Rekabet eden riskler,

risk yöneticisinin yönetiminde yönetilmekte, risk iletişimi ile ilişkilendirildikten karar uygulanmaktadır (Şekil 4.1).



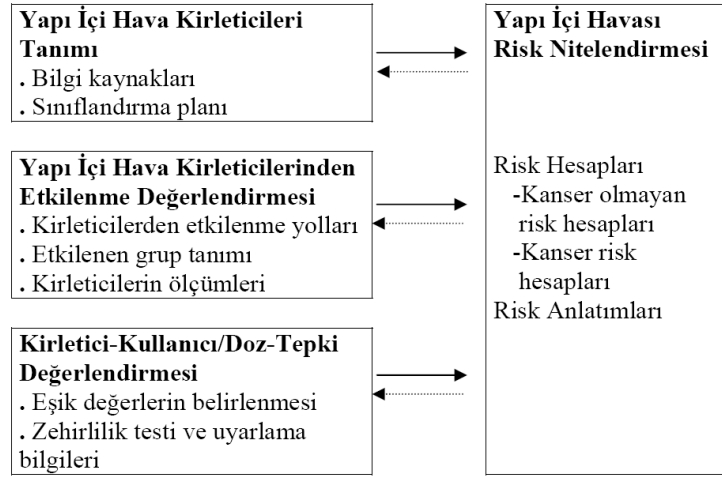
Şekil 4.1 Spengler'in risk süreci modeli (Spengler, 2000)

Vural'ın 2004 yılında yapmış olduğu “Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi” çalışmasında “Spengler Modeline” ön araştırma ekleyerek modeli geliştirmiştir. Geliştirilen modelde ön araştırmadan sonra risk analizine daha sonra da risk yönetimine geçilmiş ve risk iletişimi ile her aşama ilişkilendirilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Vural'ın yapı içi hava niteliği risk süreci modeli (Vural 2004)

Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Bilim Akademisi (NAS)' nin kullandığı analiz modeli Şekil 4.3' de görüldüğü üzere Vural (2000) tarafından yapı içi hava niteliği risk değerlendirmesi olarak uyarlanmıştır.



Şekil 4.3 Yapı içi hava niteliği risk analizi (Vural, 2004)

Bu çalışmada yapı içi hava kirliliğinde risk analizi adımları genel olarak:

- Tehlikenin tanımlanması,
- Etkilenmenin değerlendirilmesi,
- Doz-tepki değerlendirilmesinin ve
- Risk nitelendirmesi yapılmasıdır (Neely, 1994; Williams, 2000; Vural, 2004).

Risk analizinde,

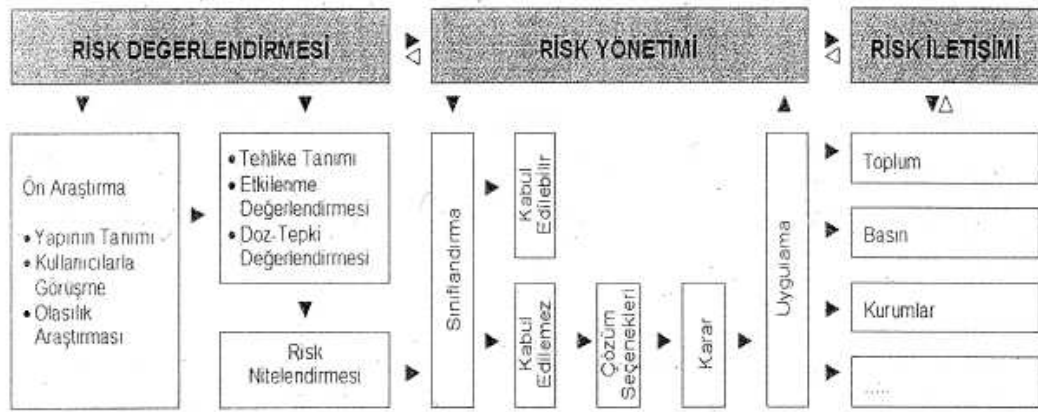
- Tehlikenin tanımlanması; kullanıcı sağlığını olumsuz etkileyecek özellikler, bilgi kaynakları/ bilimsel çalışmalar, yayınlar vb./ve sınıflandırma planı/ örneğin kanser yapıcı olan ya da olmayan maddeler/
- Etkilenmenin değerlendirilmesi; etkilenme yolları/soluma, dokunma vb./ etkilenen grup/ çocuk, yaşlı vb./ olumsuz özelliklerin ölçülmesi/ gürültü, hava kirlenmeleri vb
- Doz-tepki değerlendirmesinin yapılması; olumsuzluğun dozu ve oluşan sağlık sorunu arasındaki ilişkinin kurulması,

adımlarının sonuçları birleştirilir/ risk hesapları ve risk anlatımları/ ile risk nitelendirilmesi yapılarak daha sonra risk yönetim adımına geçilir. Yapı içi hava niteliği risk yönetimi adımında,

- Yapı içi hava standartları,
- Kabul edilebilir risk ölçütleri,
- Karar,
- Kararın uygulanması,
- Yapı içi hava niteliği risk iletişimi,

ile yapı içi hava niteliği risk süreci adımları tamamlanmaktadır.

Balanlı ve Öztürk'ün "Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar" isimli çalışmalarında yapı biyolojisi risk araştırmaları sürecindeki adımlar Şekil 4.4' de verilmektedir. Bu çalışma da, risk değerlendirmesi (risk nitelendirmesi) yapıldıktan sonra risk yönetim aşamasına geçilmektedir. Sınıflandırma yapıldıktan sonra riskler kabul edilebilir ve kabul edilemez olarak gruplandırılmaktadır. Kabul edilebilir riskler için uygulama yapılmamıştır. Kabul edilemez riskler için çözüm seçenekleri ve karar aşamasından sonra uygulamaya geçilmekte, sonuç risk iletişimi ile ilişkilendirilmektedir.



Şekil 4.4 Yapı biyolojisi risk araştırmaları sürecinde adımlar (Balanlı ve Öztürk, 2006)

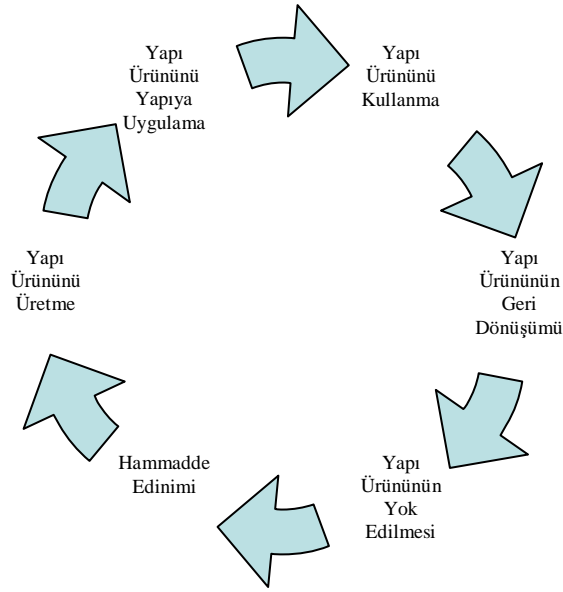
4.3 Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk

Yapıda risk tanımlamalarından yola çıkarak yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riskin tanımı da, **yapı ürününün neden olması sonucunda yapı içi havasında kullanıcılar için istenmeyen sonuçlar/ her türlü sağlık sorunu, ölüm vb. oluşturma olasılığı** olarak yapılabilir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği, insan sağlığını olumsuz etkilemekte ve bunun sonucu olarak da riskler ortaya çıkmaktadır. Risksiz durum için, ortamda insan sağlığı için zararlı kirleticilerin olmaması gerekmektedir. Risklerin ortadan kaldırılabilmesi, riske neden olacak yapı ürününün kullanılmaması ile sağlanabilir.

Hammadde iken, yapı ürününe dönüşen, yapıya uygulanan ve sonrasında kullanılan yapı ürünleri, bir yaşam döngüsü oluşturmaktadır. Şekil 4.5' de yapı ürünlerinin yaşam döngü süreçleri verilmektedir (Tuna Taygun ve Balanlı, 2005). Bu süreçlerde yapı ürünleri, kirlilik kaynağı olabilmekte insan sağlığı için risk yaratabilmektedir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğindeki riskler, doğrudan ürünün içeriğinden kaynaklanabileceği gibi uygulanırken ve kullanılırken yapılan hatalardan da

ortaya çıkabilir. Yapı ürünleri, yangın, deprem, vb afetlerle ve eskime ile de riskli duruma gelebilir.



Şekil 4.5 Yapı ürünlerinin yaşam döngü süreçleri

4.3.1 Yapı ürünlerinin içeriğinden kaynaklanabilen risk

Yapı ürünleri içeriğinde, kullanıcı sağlığına zararlı kirletici/ kirleticiler bulundurabilir. Bu kirleticiler ürün bileşenlerinden, ürünün üretiminde kullanılan ya da sonradan uygulanan ve ürüne değişik nitelikler kazandırmak için eklenen maddelere göre değişiklik gösterebilir. Bunun sonucunda da ürün içeriğindeki kirleticiyi oranına, türüne göre bulunduğu ortama yayarak, kullanıcıyı olumsuz etkileyebilir. Çizelge 4.6’da yapı ürünlerinden kaynaklanabilen kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları verilmektedir. Buradan da görüleceği gibi yapı ürünleri kullanıcı sağlığı için risk kaynağı olabilmektedir.

4.3.2 Yapı ürünlerinin uygulamasından kaynaklanabilen risk

Yapı ürününde:

- Standartlara uygun üretim,
- Uygun depolama koşulları,
- Uygun taşıma koşulları,
- Nitelikli uygulayıcı
- Doğru uygulamanın yapılması,

gerekmektedir. Ürün standartlara uygun üretilmeyen, uygun depolanmayan (kapalı ortamda depolanması gereken ürünlerin, dışarıda depolanması, nemlenmesi, ıslanması, vb.), uygun taşınmayan (dikkatsizlik sonucu kırılma, çatlama, ıslanma vb.), uygulamanın yeterli bilgisi olmayan/ niteliksiz uygulayıcılar tarafından gerektiği gibi yapılmaması (üretimle yönelik zorunluluklar) sonucunda riskli duruma gelebilir. Üründeki hatalı üretim/ küçük çatlaklar, derinleşip (Reman, 2000) yayılabilir. Örneğin; pencere zararsız içerikli ürün seçimi, doğru detay, uygulama ve etkili denetimle doğru uygulanabilir ancak penceredeki çatlaktan sızan suyun neden olabildiği küflenme, paslanma, vb gibi.

Toprağa oturan döşemeler de diğer kat döşemelerinden daha çok radon yaymakta olup bu da toprak altındaki kaynaklardan ve çevredeki yapıların yüzeylerinden gelen yayımların döşemedeki radona eklenmesi sonucunda oluşabilmektedir. Kaplamada kullanılan ürünlerde oluşan çatlaklar ve birleşme noktalarındaki detay eksikleri radonun iç ortamlara geçişini kolaylaştırmaktadır.

Çizelge 4.1’ de uygulamadan kaynaklanabilen risklerden bazıları verilmiştir. Yapı ürünü içerik ve uygulama dışında yanlış kullanım ile de risk oluşturabilir.

Çizelge 4.1 Uygulamadan kaynaklanabilen riskler

ÜRÜNÜN UYGULANMASI	SONUÇ
Standartlara uymayan üretim	Niteliksiz ürün
Uygun olmayan depolanma	Nemlenme, ıslanma, vb bozulmalar
Uygun olmayan taşıma	Kırılma, çatlama, ıslanma, vb.
Niteliksiz uygulayıcı	Niteliksiz üretim
Uygulamanın doğru yapılmaması	Niteliksiz ürün
.....

4.3.3 Yapı ürünlerinin kullanılmasından kaynaklanabilen risk

Yapı ürünlerini kullanım sonucunda, zaman ve koşullara bağlı değişim (Sarp, 2007) gösterebilir. Zamana bağlı değişim, eskime ve kullanıcıda oluşan değişimden kaynaklanırken koşullardaki değişiklik ise; yapı ürününün çevresinde ortaya çıkan olumsuzluklar, yapı ürününün/ yapının amacının dışında kullanılması, kullanıcıların değişikliği, risk grubu yapılarının, uyulması gereken kural, zorunlulukların değişmesi ve bilimin gelişmesinden kaynaklanabilir. Ürün; kullanıcı sağlığı için risk oluşturmayacak nitelikte üretilebilir, uygulanabilir kullanım hatalarından ve eskime ile olumsuz duruma gelebilir.

Yapı ürünlerinin zamana bağlı değişimi, eskime

Yapı ürünlerinin zamana bağlı değişimi eskime olarak ortaya çıkar. Yapı ürünleri; sıcaklık, ısı, nem, su, vb etkenler, çarpma, sürtünme, kırılma, burulma, vb yanlış kullanım ve toz, biyolojik etkiler, hava kirliliği, vb çevreden kaynaklanan etkenlerle fiziksel olarak eskimektedir. Kullanıma giren her şeyde olduğu gibi yapı ürününde de kullanıldığı andan itibaren eskime olayı başlar. Başlangıçta yüksek olan performansları zaman içerisinde etkilenmeler/ yıpranmalar ve eskime sonucunda azalmakta, düşüş göstermektedir. Ürünün eskimesi ile yapı içine yaydığı kirletici azalmakta ya da artmaktadır. Örneğin radon oranı yeni yapılarda yüksek olmasına rağmen zamanla azalır. Ancak eski yapılarda da radon oranında artış görülebilmemesinin nedeni yapı ürünlerinin zaman içinde radon yayma oranı ve bazı kaplama ürünlerinin yayılmayı önleyici etkisinin azalması sonucudur (Yu, 1993). Toprağa oturan döşemeler diğer kat döşemelerinden daha çok radon yaymakta olup bu da toprak altındaki kaynaklardan ve çevredeki yapıların yüzeylerinden gelen yayılmaların döşemedeki radona eklenmesinden dolayı oluşmaktadır. Kaplamada kullanılan ürünlerde oluşan çatlaklar ve birleşme noktalarındaki detay eksikleri radonun iç ortamlara geçişini kolaylaştırabilmektedir.

Yapı ürünlerinin koşullara bağlı değişimi

Yapı ürünü ve kullanıcının içinde bulunduğu koşulların niteliğinin değişmesiyle olumsuz durum ortaya çıkar. Koşullardaki değişiklik ise;

- Yapı ürününün çevresinden kaynaklanan (önceden ya da sonradan ortaya çıkan) olumsuzluklar,
 - Yapı ürününün kullanım amacının dışında kullanılması/ işlevinin değiştirilmesi,
 - Yapı ürünü kullanıcılarının yapılarının ve risk grubu yapılarının değişmesi,
 - Uyulması gereken kural, zorunlulukların değişmesi, bilimin gelişmesi,
- şeklinde ortaya çıkabilir.

Yapı ürününün çevresindeki olumsuzluklar, önceden var olan ya da sonradan ortaya çıkan kirlilik kaynağından kaynaklanabilir. Önceden var olan kirleticiye karşı alınan önlemlerin zaman içinde yetersiz duruma gelmesi ya da sonradan ortaya çıkan başlangıçta hiç düşünülmeyen kirleticiye karşı alınabilecek önlem almayı gerektirmektedir. Islanma, basınçlı ve basınçsız su etkisi, havadaki nem oranı vb koşullar yapı ürünlerini olumsuz olarak etkilemektedir. Suyun etkisi ile ürünün bünyesine su girer, hacminde, ısı iletkenlik katsayısında artma ve çiçeklenme oluşabilir. Suyun etkisi azalınca yani kuruma başlayınca

oluşan çiçeklenme çeşitli yöntemlerle önlenbilse de mantarlaşma oluşmuşsa bunu önlemek zordur (Toydemir, Gürdal ve Tanaçan, 2004). Yapı genelinde sıcaklığın aynı düzeyde sürekliliğinin sağlanamaması iç yüzey kaplamalarını olumsuz etkileyebilmekte, sıcaklık değişimleri genleşme-büzülme sonuçlarını ortaya çıkarmaktadır. Genleşme katsayıları farklı olan ürünlerin bir arada kullanılmaması gerekmektedir.

Güneş radyasyon, yangın, korozyon, kimyasal ve biyolojik etki altında kalan yapı ürünleri yapı ve işlev olarak olumsuz etkilenmekte, riskli duruma gelebilmektedir.(Reman, 2000) [23]. Örneğin, yangında ilk olarak yapı içi donanım ürünlerinin (mobilya, halı, perde, vb) yanma olasılığı yüksektir. Yanma sonucunda yapı ürünlerinden yapı içi havasına yayılan kirleticiler yayılmaktadır. Yangın riski dikkate alınarak yapı ürünleri seçildiğinde, yanacak ürünlerin en az olması amaçlanır. Bunun için ürünlerin yanıcı olup olmadığını bilinmesi gerekmektedir. Bazı ürünler için bunu belirlemek kolay olup, kendiliğinden bellidir. Diğerleri için TS 1263 ve TS 4065 standartlarında verilen, yapı ürünlerinin yangınlık sınıfından yararlanılabilir. Çizelge 4.3’ de Vural ve Balanlı (2005)’ nin yapı ürünlerinde yanma sonucu oluşan kirleticilerle ilgili çalışması verilmiştir.

Yapının/ yapı ürününün işlevinin değiştirilmesi, başlangıçta tasarlandığı gibi kullanılmaması yapı ürünlerinin daha çok etkilenmesine ve erken eskimesine neden olacaktır. Fiziksel dış çevresinde doğal afet vb nedenlerle oluşabilecek olumsuzluklar yapıyı/ yapı ürünlerini etkileyebilmektedir. Örneğin, depremde yapı ürünleri kısmen ya da tamamen hasar görebilir. Yapı ürünlerinin depreme dayanıklı olarak üretilmesi gerekmektedir.

Kullanıcı, yapı ürünlerini, yanlış tasarım, yanlış uygulama, bilinçsiz kullanımla riskli duruma getirebilir. Tasarım aşamasında, ürünün hatalı tasarlanması hatalı üretime neden olacağından yapı ürünü her zaman risk taşıyabilecektir. Daha sonradan iyileştirmeler ya da kesin çözüm seçenekleri güç ve maliyetli olacağından bu tür bir hatanın oluşumuna en başından izin vermemek gerekir. Bilinçsiz kullanım, tasarımı, üretimi doğru yapılmış sağlık açısından zararlı içeriğe sahip olmayan ürünü riskli yapabilir. Ürün mevcut durumu ile risk taşımaz ancak kullanım hatası sonucu oluşan çatlak, kırık vb bozulmalar sonucunda (küflenme, paslanma vb.) sağlıksız olabilir. Kullanıcıların eylemleri, yapı ürünlerinde bozulmalara/ yıpranmalara neden olurken, bakım-onarımın zamanında ve gerektiği gibi yapılmaması, dikkatli/ duyarlı davranmaması da diğer nedenlerdendir. Kullanıcıların sayısındaki artış, inanç, tutum, davranışlarındaki değişim de yeni riskli durumlara neden olabilir.

Çizelge 4.2 Yapı ürünlerinde yanma sonucu oluşabilen kirleticiler (Vural ve Balanlı, 2005)

YAPI ÜRÜNLERİ		YANMA SONUCU OLUŞACAK KİRLETİCİLER	YAPI ÜRÜNLER		YANMA SONUCU OLUŞACAK KİRLETİCİLER
KAPLAMALAR	Duvar Kağıdı	Karbonmonoksit Formaldehit Formik asit Metilalkol Asetik asit ...	MOBİLYALAR	İşlem Görmüş Ahşap Yapay Ahşap	Karbonmonoksit Formaldehit Formik asit Metilalkol Asetik asit ...
	Halı	Asit siyanidik ...		Plastik	Karbonmonoksit Hidroklorik asit Hidrojrnsiyandır Azotoksitler ...
	İşlem Görmüş Ahşap Yapay Ahşap	Karbonmonoksit Formaldehit Formik asit Metilalkol Asetik asit ...		Sentetik Kumaş	Asit siyanidik ...
	PVC	Benzen Dioksin Etil benzen Hidrojen klorür Formaldehit Fosgen Kadmiyum Karbondioksit Karbonmonoksit Klor Ksilenler Toluen Vinilklorür ...	DOĞRAMA	İşlem Görmüş Ahşap	Karbonmonoksit Formaldehit Formikasit Metilalkol Asetikasit ...
		PVC		Benzen Dioksin Etil benzen Hidrojen klorür Formaldehit Fosgen Kadmiyum Karbondioksit Karbonmonoksit Klor Ksilenler Toluen Vinilklorür ...	

Biyolojik açıdan (çeşitli hastalıklara yakalanma engelli duruma düşme, kalp, kanser, tansiyon,astım, vb.), psikolojik açıdan (psikolojik hastalıklara yakalanma) ve sosyal açıdan (eğitim, meslek, gelir düzeyinin değişimi, zaman içerisinde beğenilerin ve ilgi alanlarının değişmesi) kullanıcı yapısında yaşanan değişimler yapı ürününün risk analizinde dikkate alınarak değerlendirilmelidir. Kullanıcının, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinden etkilenmesi sağlık durumuna (sağlıklı- sağlıklı) ve kirli ortamı kullanma süresine (geçici- sürekli), kirleticinin oranına bağlı olarak farklılık gösterir.

Uyulması gereken zorunlulukların, bilimin zaman içinde değişim göstermesi önceleri risk olarak değerlendirilmeyen herhangi bir durumun risk olarak değerlendirilmesi ve önlem

gerektirdiği sonucunu çıkarabilmektedir. Yapının ve yapı üretim sisteminde uyulması gereken zorunluluklar (Balanlı, 1997); yasalar, tüzükler, yönetmelikler, şartnameler, standartlar,.....biçiminde önem sırasına göre sıralanabilir (Özkan, 1976). Bilimde yaşanan gelişmeler zorunluluklardaki değişmeler, ortaya çıkabilecek yeni durum ve veriler ürünü riskli duruma getirebilecektir. Bununda değerlendirilmesi gerekmektedir. Çizelge 4.3’ de yapı içi havası ile ilgili zorunluluklardan bazıları verilmektedir.

Çizelge 4.3 Yapı içi havası ile ilgili yönetmelik ve standartlardan bazıları

	YÖNETMELİK	STANDARTLAR
ZORUNLULUKLAR	Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği	TS 825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları
	Binalarda Isı Yalıtımı Yönetmeliği	TS 1263 Yapı Elemanlarının Yanmaya Dayanıklılık Sınıfları ve Yanmaya Dayanıklılık Deney Metotları
	Tozla Mücadeleyle İlgili Yönetmelik	TS 2164 Kalorifer Tesisatı Projelendirme Kuralları
	TAEK Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği	TS 7394 Yangından Korunma – Terimler- Korunma İçin Yapı Elemanları
	Binaların Yangından Korunması Hakkında Yönetmelik	TS 7395 Yangından Korunma- Terimler- Tahliye İçin Kaçış Yolları
	Yapı Malzemeleri Yönetmeliği	TS 7486 Yangından Korunma – Terimler
	.....	EPA 1997 NAAQS (Ulusal Ortam Hava Niteliği Standartları Standartları)

Çizelge 4.4’ de yapı ürünlerinde oluşabilecek değişiklikler ve bunların neden ve sonuçlarından bazıları, Çizelge 4.5’ de mevcut yapı ürünlerinde kullanım sonucu oluşabilecek değişikliklerin belirlenmesine yönelik denetim listesi örneği verilmiştir. Oluşan değişiklikler belirlenmesi; riskin belirlenebilmesi ön analiz ve risk analizi için veri oluşturulabilmesi için gereklidir. Belirlenen risk/ risklere yönelik yönetim ile yapı ürününde, ürünün bulunduğu ortamda ve ürünü kullanan kullanıcıda sorunların ne şekilde belirlenip çözülebileceği ortaya konulur. Böylelikle risklerin tamamen ortadan kaldırılamadığı durumlarda, iyileştirmeler yapılarak risklerin azalması sağlanabilir. Çizelge 4.6’ da da yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları toplu olarak verilmektedir.

Çizelge 4.4 Yapı ürünlerinde kullanım sonucu oluşan değişiklikler, neden ve sonuçları

ÜRÜNÜ NE ETKİLER?		ÜRÜN NASIL ETKİLENİR?	ÜRÜNE NE OLUR?
ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİM	Yapı ürününün eskimesi	Ürün eskimesi ile kendisinden bekleneni yerine getiremeyebilir	Üründen beklenen performansın elde edilememesi Ürün ve içinde bulunduğu ortam kullanılamaz duruma gelebilir.
KOŞULLARA BAĞLI DEĞİŞİM	Yakın çevresinden kaynaklanan olumsuzluklar	Su, nem, ısı, radyasyon, deprem, yangın, vb	Renk bozukluğu, çatlakların oluşumu Şekil bozukluğu, paslanma, çiçeklenme, ürünün bozulması, vb. Ürün ve içinde bulunduğu ortam kullanılamaz duruma gelebilir.
	Kullanım amacı dışında kullanım	Hızlı eskime	Kullanım zorluğu, kötü koku yayma görüntü bozukluğu
	Kullanıcı yapısının değişmesi	Bilinçsiz kullanım, ürünün kırılması, çatlama, ömrünün azalması	Ürünün bozulması, yok olması
	Kullanımla zaman içinde üründe oluşan değişiklikler	Yıpranma, çizilme ufalanma, bozulma	Kullanım zorluğu, kullanılamama, gaz, koku oluşumu
	Zorunlulukların değişmesi, bilimin gelişmesi	Ürün yetersiz kalabilir, riskli duruma düşebilir.	.....

Çizelge 4.5 Mevcut yapı birimindeki ürünler, kullanım sonucu oluşan değişikliklerin belirlenmesi ve tehlike kestirimine yönelik denetim listesi örneği

BİRİM	ÖGE	BİLEŞEN	PARÇA / GEREÇ	DEĞİŞİKLİK VAR / YOK	OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER	TEHLİKE KESTİRİMİ VAR/ YOK	AÇIKLAMA
YATAK ODASI	DIŞ DUVAR	Duvar Gövdesi	-tuğla -çimento harcı -yalıtım -.....	VAR	-yalıtımın özelliğini kaybetmesi -.....	VAR	
		İç Kaplama	-çimento sıva üzerine alçı sıva -su bazlı saten boya -.....	VAR	-kabarma -dökülme -.....	YOK	
		Kapı	-PVC doğrama -kapı kolu -mermer eşik -.....	VAR	- kapanmama -çatlama -kırılma -gaz çıkarma -.....	VAR	
		Pencere	PVC doğrama -pencere kolu -mermer denizlik -.....	VAR	- kapanmama -çatlama -kırılma -gaz çıkarma -.....	VAR	

Çizelge 4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları(Ek,1995; Yalçınkaya, 1995; Öztürk, 1995; Balanlı, 1997; Vural, 2004; Balanlı ve Vural, 2005, Taygun ve Balanlı, 2005; TSE 12281, Aksakal vd, 2005 Güler Şimşek, 2004 [8, 12, 14, 20, 26]

YAPI İÇİ HAVA KİRLİTİCİLERİ		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	KULLANICIDA OLUŞABİLEN SAĞLIK SORUNLARI	
UCUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	BENZEN	Boya, vernik, cila Çözücüler Ahşap ürünler (İşlem görmüş) Yapıştırıcılar Sentetik kumaşlı mobilyalar (Yapı içi donanım bileşeni)	Kanser, Lösemi, Anemi
		FORMALDEHİT	Sıkıştırılmış ahşap ürünler Beton, çimento, sıva Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Koruyucular (yalıtım ürünleri) Birleştiriciler (yapıştırıcılar) Halı, halı yapıştırıcıları, bazı kaplama ürünler Yalıtım ürünleri (Köpük şeklinde olanlar) Plastikler Ofis aygıtları Duvar kağıdı, laminant döşeme ve yapıştırıcılar Gaz döşem sistemi, ısıtma ve pişirme	Üst solunum yolu rahatsızlıkları, öksürük, baş ağrısı, kusma, ishal, göz yanması, göz sulanması, kokudan etkilenme nabızda artma, astım Bitkinlik, uyuyamama, huzursuzluk, yorgunluk, sinirlilik, uyuşukluk
		KSİLEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Çözücüler, yapıştırıcılar Ofis aygıtları	Akciğer tıkanması, böbrek yetmezliği, mukoza yapı irritasyonu, dolaşım bozukluğu, baş ağrısı, bulantı Yorgunluk, uyuşukluk
		METİL Klorür	Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cilalar Çözücüler	Kulak çınlaması, uyuşma, baş dönmesi bulantı Sinir sistemini etkiler, sersemlik, konsantrasyon bozukluğu

Çizelge 4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLİTİCİLERİ		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	KULLANICIDA OLUŞABİLEN SAĞLIK SORUNLARI	
UCUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	GAZLAR ve BUHARLAR	TOLÜEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı), ofis aygıtları, Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) İşlem görmüş ahşap ürünler Çözücüler, yapıştırıcılar	Akciğer hasarı, astım, göz rahatsızlığı Uykusuzluk, koordinasyon bozukluğu,
		ZARARLI DOĞAL GAZLAR	RADON	Sağlık döşem bileşenleri, su Radon içeren yapı ürünleri (granit, beton, tuğla, taş, toprak, alçı, agrega, vb. Kaynağı yeraltından elde edilen ürünler.....	Uzun süreli etkilenimde Akciğer kanseri
	OZON		Ofis aygıtları, fotokopi makineleri İklimlendirme sistemi bileşeni, elektro hava temizleyicileri	Baş ağrısı, göğüs rahatsızlıkları, öksürük, astımı tetikleme, bulanık görme, solunum yolları hastalıkları, nefes darlığı
	YANMA ÜRÜNLERİ	KARBON MONOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, havalandırmasız kerosen ısıtıcılar, gaz sobaları, odun sobaları, şömineler vb.	Baş ağrısı, baş dönmesi, kusma, bulanık görme, solunum zorluğu, kalp atışında düzensizlik Yorgunluk, şaşkınlık, kişisel değişiklik, koordinasyon zayıflığı
		KARBON DİOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar	Akciğer hasarı, astım, göz rahatsızlığı Uykusuzluk, koordinasyon bozukluğu, bitkinlik,
		AZOT DİOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, sobalar, gaz döşem bileşeni, gazlı ocaklar	Öksürük, solunum yolu enfeksiyonu, boğaz. Burun ve gözlerde yanma
		KÜKÜRT DİOKSİT	İklimlendirme sistemi bileşeni, ısıtıcılar, sobalar kömür ve akaryakıt yanması	Öksürük, solunum yolu enfeksiyonu, boğaz, burun ve gözlerde yanma

Çizelge 4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticiler ve kullanıcıda oluşabilen sağlık sorunları (devam)

YAPI İÇİ HAVA KİRLİTİCİLERİ		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	KULLANICIDA OLUŞABİLEN SAĞLIK SORUNLARI	
PARÇACIKLAR	ASILI PARÇACIKLAR	ASBEST	Yalıtım ürünleri Bazı döşeme ve tavan kaplamaları Duvar panelleri, eski sıva, bozulmuş eski asbest içerikli yalıtım vb	Asbestosis, akciğer kanseri, mezotelyoma, plevra tümörü
	ORGANİZMALAR	Ev tozu akarları Kurt Küf Mantar Lejyonella bakterisi	Bakımı ve temizliği gereği gibi yapılmamış, iklimlendirme sistemleri bileşenleri, klimalar, havalandırma kanalları, ıslak ve nemli gereği gibi temizlenmeyen mutfak, banyo, wc, buzdolabı, nemlenmiş ve daha sonra küflenmiş Duvar, döşeme vb	Kusma, mide bulantısı, ciltte kaşıntı, gözde sulanma, burun akıntısı, lejyoner hastalığı

4.4. Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Ön Analiz

Vural (2004)' ın yapı içi hava niteliği risk süreci modelinin belirlenmesine yönelik hazırlamış olduğu tezde risk analiz sürecine eklediği **ön araştırma adımı** ile risk çalışma süreci desteklenmektedir. Bu adım:

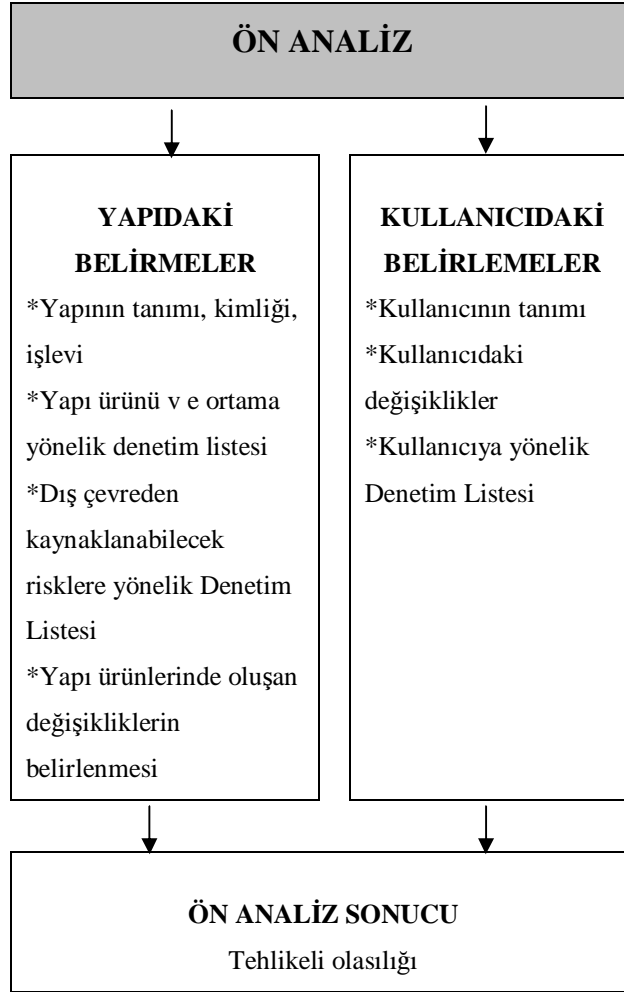
- Yapının tanımı; Yapının işlevi/ okul, konut, fabrika vb./nesne/ kullanılan ürünler/ve çevre olarak tanımlanmasını,
- Kullanıcılarla görüşme; kullanıcıların/biyolojik, psikolojik, sosyolojik/ yapısını, var olan sağlık sorunlarını, davranışlarını,
- Olasılık araştırması; duylara/ koku alma, görme, duyma vb./ve bilgi birikimine dayalı olasılıkları,

kapsamaktadır. Ön analiz adımı sonucunda elde edilen bulgular, karara dönüştürülerek risk analizi adımlarına veri oluşturulmaktadır

Ön analizde, yapı ürünlerinden kaynaklanabilen yapı içi hava kirleticilerin tamamının değil de kullanıcı için tehlike olabilecek kirleticiler belirlenir. Kirleticilerin tamamının değil de kullanıcı sağlığı için risk olabilecek kirleticilerin analizinin yapılması, bu iş için harcanan emek ve süreden artırma neden olabilecektir. Mevcut durumun belirlenmesi için uygulanan bu adım; yapıdaki ve kullanıcıdaki belirlemelerden oluşmalıdır. Vural'ın ön araştırma

adımında verdiği olasılık araştırması adımına gerek olmadığı, ön analizin bütünüyle olasılık araştırması olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak yapıda ve kullanıcıda belirlemelere yapı ürünü, ürünün kullanıldığı ortam, ürünü kullanan kullanıcılara ve yapının dış çevresine yönelik Denetim Listelerinin eklenmesi yararlı olabilecektir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analiz adımında, analiz yapılan ortamda/ üründe öncelikle sağlık riski var mı? sorusuna yanıt aranır. Mevcut belirlemeler yapıldıktan sonra duyuların yardımı ile görülen, koklanan, vb tehlikeler ortaya konur. Kullanıcılar belirlenir ve görüşmeler yapılır, var olan sağlık sorunları, çocuk, yaşlı, hamile vb. olup olmadığı belirlenir ve etkilenme durumuna göre sonuçlar çıkarılır. Örneğin; koku var formaldehit olabilir, ürün çok yeni kullanıcı (örneğin; yetişkin alerjik yapılı) bu üründen ya da ortamda olumsuz etkilenebilir. Radon içeren ürünler var bunların elde edildiği yerler radon haritası içinde mi? vb gibi soruların yanıtlarına ve varsa basit ölçüm aletleriyle yapılan ölçümlerin sonucuna göre kararlar verilir. Şekil 4.6' de ön analiz adımları verilmektedir.



Şekil4.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analiz adımları

4.4.1. Yapıdaki belirlenmeler

Yapı, kullanıcıların gereksinimleri doğrultusunda oluşturulan farklı işlevli, yapma bir çevredir. İşlevlerine göre konut, eğitim, yönetim yapısı, vb. olarak tanımlanan yapılarda, yakın çevre, kullanıcının kendisi, eylemleri, yapı ürünleri kirletici olabilmektedir. Farklı işlevi olan yapıların, yapı içi hava kirleticileri de farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle, yapının tanımı, yapının kimliği (Ek D), yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi (Ek E), yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi (Ek G), yapı ürünlerinin ve yapı ürünlerinde oluşan değişikliklerin belirlenmesi, tehlikenin kestirilmesi (Ek H) gerekir.

4.4.2 Kullanıcıdaki belirlenmeler

Kullanıcıdaki belirlenmeler, kullanıcı tanımının yanında kullanıcıda oluşan değişikliklerin ve şikayetlerin belirlenmesini içerir (Ek C). Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kullanıcıya yönelik denetim listesinin (Ek F) düzenlenmesi yararlı olacaktır. Bu çizelgeler analizi yapan kişi tarafından düzenlenecektir. Yapıyı kullananların sayısı az ise sözlü görüşme, kullanıcı sayısı fazla ise anket (Ek B) ya da bilgi formlarından yararlanılarak, belirlenmeler yapılabilir.

4.4.3 Ön analiz sonucu

Kullanıcıların duyu organları ile bilgi birikimine dayalı belirlediği olası kirleticiler, yapıdaki ve kullanıcıdaki belirlenmelerden belirlenen kirleticilerle birleştirilir. Ön analiz sonucunda, ön analiz adımlarından belirlenen tehlike olasılığı olabilecek kirletici/ kirleticilerin belirlenmesini içerir. Ön analiz tamamlandıktan sonra risk analiz modeline karar verilmelidir. Modeller ile ilgili ayrıntılı bilgi için (Bkz. Bölüm3.2, Çizelge 3.5).

4.5 Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Analizi

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizi için; yapı ürünlerinden kaynaklanan tehlikelerin belirlenmesi, ölçülmesi, etkilenme, doz- tepki değerlendirmesinin ardından risklerin değerlendirilmesi ve sınıflandırılmasını içeren çalışmalar tanımlaması yapılabilir.

Riski yönetebilmek için gereken bilgi ve veriler risk analizinden sağlanmaktadır. Analizin bir ön analiz ile desteklenmesi hem zaman hem de maliyet yönünden yarar sağlayacaktır. Risk analizi için çeşitli modeller (Denetim listeleri, Kaza Sonuç Analizi, Hata Ağacı Analizi, NAS

Analizi, Vural, Balanlı ve Öztürk, vb.) kullanılabilir. Ancak yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde, konunun önemine göre seçilen analiz yönteminde; kirleticinin türü, oranı, etkilenme, etkilenen grup ve doz-tepki değerlendirmesi, vb olmalıdır. NAS' ın oluşturduğu analiz:

- Kirleticilerin tanımı
- Kirleticilerden etkilenme değerlendirmesinin yapılması,
- Kirletici-kullanıcı/ doz tepki değerlendirmesi
- Risk nitelendirmesi yapılması

adımlarını içermektedir. Spengler, Vural, Balanlı ve Öztürk'ün de kullandığı bu analiz, Vural tarafından yapı içi hava niteliği risk süreci için uyarlanmıştır. Vural tarafından yapı içi hava niteliği için uyarlanmış analizin, (Bkz. Şekil 4.3) kullanılabilir adımlarının olduğu ancak önerilecek risk analiz modelinde,

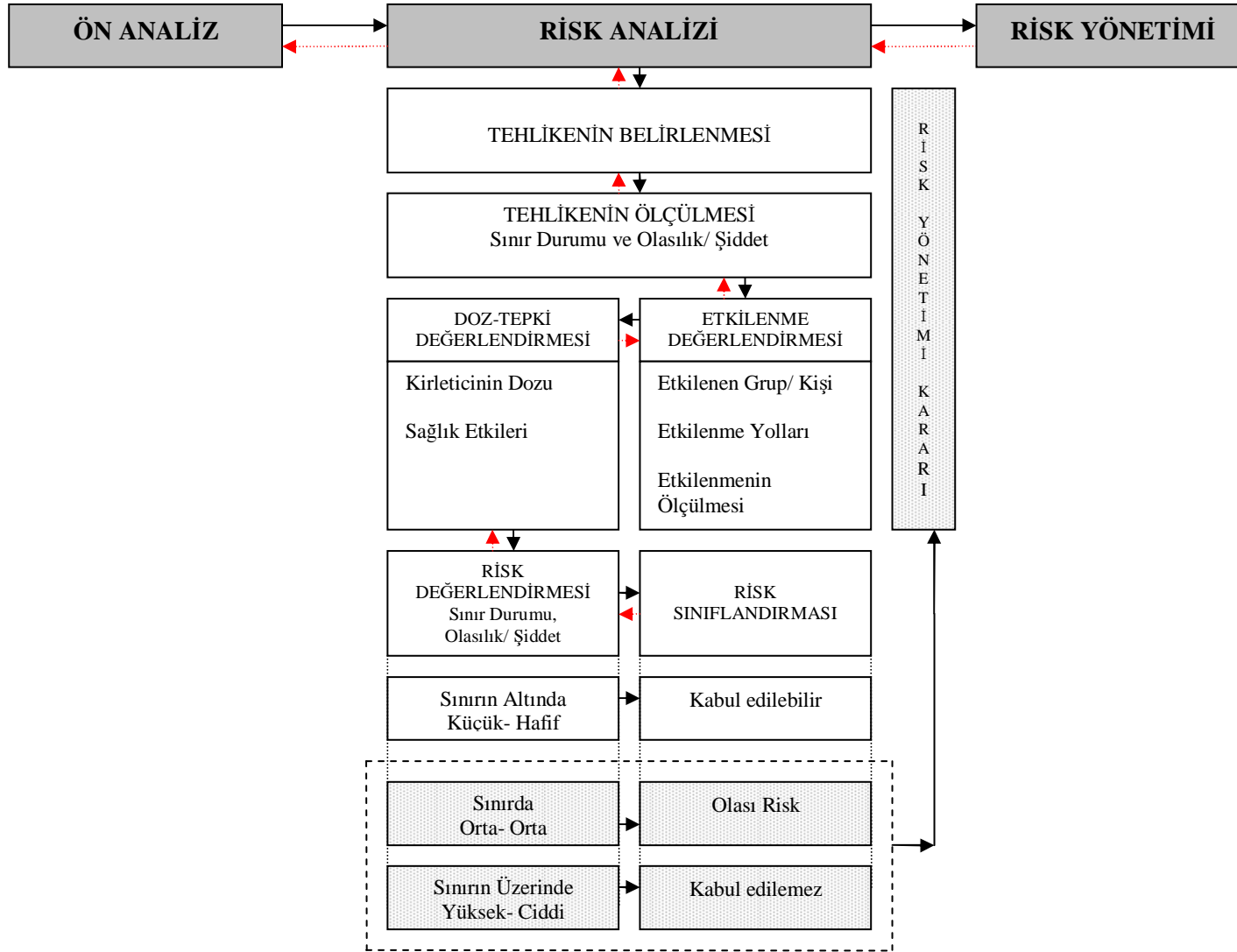
- Tehlikenin ölçülmesi,
- Değerlendirme yapılması,
- Risklerin sınıflandırılması,
- Karar,

adımlarının da uygulanması gerekmektedir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizi adımları Şekil 4.7 'de verilmiştir.

4.5.1.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin belirlenmesi

Tehlikenin tanımlanması; kullanıcı sağlığını olumsuz etkileyecek özellikler, bilgi kaynakları /bilimsel çalışmalar, yayınlar vb./ve sınıflandırma planı/ örneğin zehirleyici, zararlı ve rahatsız edici, genetik etkisi olan, alerji yapan, kanser yapıcı olan ya da olmayan maddeleri içerir (Bkz. Çizelge 4.8).

Yapıda sağlığı bozabilecek hastalık nedeni olabilecek tehlike kaynaklarının bulunması demek kaza ya da hastalık riskinin de bulunduğu anlamına gelmeyebilir. Ön analiz kararında belirlenen tehlike olasılığı olabilen kirleticiler, tehlike olarak ele alınır. Sağlık etkisi olan kirleticilerin riskli olup olmadığı daha sonraki adımların uygulanması sonucunda belirlenebilecektir. Çizelge 4.7' de tehlikenin belirlenmesi verilmiştir.



Şekil 4.7 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizi adımları

Çizelge 4.7 Tehlikenin belirlenmesi

TEHLİKE OLASILIĞI	TEHLİKE	TEHLİKE KESTİRİMİ Var/ Yok
Yapı ürünlerinden kaynaklanabilen tehlike olasılığı	(Gazlar ve Buharlar, Parçacıklar)	SAĞLIK TEHLİKESİ YOK
Kullanıcıdan kaynaklanabilen tehlike olasılığı	Kullanıcı sağlığının kirleticiden olumsuz etkilenebilmesi	SAĞLIK TEHLİKESİ VAR

Kirleticiler, sağlık etkilerine göre:

- Toksik kirleticiler, zehirli ya da zararlı etkisi olan,
- Rahatsız edici kirleticiler, solunumu ve görmeyi olumsuz etkileyen,
- Kanserojen kirleticiler, kanser gelişmesine yol açan ya da kanserin kaynaklandığı lezyon (organik ya da fonksiyonel değişiklik),
- Mutajen kirleticiler, mutasyon oluşmasına neden olan (genetik yapıyı etkileyen),
- Alerjen kirleticiler, alerjiye yol açan aşırı duyarlılık oluşturan madde,
- Enfeksiyona neden olan kirleticiler ise mikropların neden olduğu kirletici,

olarak tanımlanmaktadır (Dökmeci, 2006). Sağlık etkilerine göre sınıflandırılan kirleticilerden bazıları Çizelge 4.8’ de görülmektedir. Kirleticiler ile ilgili bilgiler (Bkz. Çizelge 2.5) ve sağlık etkileri de doz- tepki değerlendirmesinde verilmektedir (Bkz Bölüm 4.5.3, Çizelge 4.1.)

Çizelge 4.8 Kirleticilerin sağlık etkisine göre sınıflandırılması

YAPI İÇİ HAVA KİRLETİCİLERİ	TOKSİK	RAHATSIZ EDİCİ	KANSEROJEN	MUTAJEN	ALERJEN	ENFEKSİYONA NEDEN OLAN
Benzen	X		X			
Formaldehit	X	X				
Ksilen		X				
Metil-Klorür		X				
Tolüen		X				
Radon			X			
Ozon	X	X				
Karbonmonoksit	X	X				
Karbondioksit	X	X				
Azotdioksit	X	X				
Kükürtdioksit	X	X				
Asbest			X			
Ev tozu akarı		X			X	
Lejyonella bakterisi						X
...						

USEPA' nın 1986 yılında kanserojen maddeleri tanımlamak için yaptığı sınıflandırma planı Çizelge 4.9' da verilmektedir.

Çizelge 4.9 USEPA' nın kanserojen sınıflandırması (Vural, 2004)

KANSEROJEN GRUPLARI				
GRUP A	GRUP B	GRUP C	GRUP D	GRUP E
İnsan kanserojenleri (Yeterli insan kanserojeni varsa)	Olası insan kanserojenleri (Limitli insan kanserojeni ya da yeterli hayvan kanserojeni kanıtı varsa)	Olabilir İnsan kanserojenleri (Kanserojen potansiyelini gösteren sınırlı ya da yetersiz bilgi varsa)	Sınıflandırılmaz (Kanserojen potansiyelini gösteren sınırlı ya da yetersiz bilgi varsa)	Kanserojen değil (En az iki yeterli olumsuz hayvan ya da insan deneyi sonucu varsa)

4.5.2.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin ölçülmesi

Tehlike olarak kabul edilen kirleticilerin ölçülebilir olanları, zorunluluklara uyularak yapılır ya da yetkili kişi/ kurumlara yaptırılır. Radon ölçümü, toz ölçümü, vb. Çizelge 4.10' da kirleticinin ölçülmesi verilmektedir.

Çizelge 4.10 Kirleticinin ölçülmesi

YAPI İÇİ HAVA KIRLETİCİLERİ	KIRLETİCİ ÖLÇÜM SONUCU	
GAZLAR ve BUHARLAR Benzen, Formaldehit, Radon	Sınırın Altında	Yapı içi havasında, kirleticinin oranı, sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin altında
	Sınırdadır	Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinde
PARÇACIKLAR Ev tozu akarı, Lejyonella bakterisi,	Sınırın Üzerinde	Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin üzerinde

Kullanıcının kirleticiden etkilenme olasılığında; sağlık durumu, (sağlıklı, sağlıksız/ alerjen, kanser, vb), kirleticinin yoğunluğu/ dozu (az, orta, ...,çok yüksek), etkilenen grup/ kişi, (çocuk, yaşlı, hamile, vb.), etkilenme süresi (sürekli, geçici) değerlendirilebilir.

Çizelge 4.11' de kirleticiden kaynaklanan sağlık etkilerinin olma olasılığı, Çizelge 4.12' de sağlık etkilerinin şiddetine, Çizelge 4.12' de de sağlık etkilerinin derecelendirilmesine yönelik örneklemeler yapılmıştır.

Çizelge 4.11 Sağlık etkilerinin olma olasılığı

OLASILIK	ORTAYA ÇIKMA OLASILIĞI İÇİN DERECELENDİRME
Çok Küçük (1)	Hemen hemen hiç
Küçük (2)	Çok az
Orta (3)	Az
Yüksek (4)	Sıklıkla
Çok yüksek (5)	Çok Sıklıkla

Çizelge 4.12 Sağlık etkilerinin şiddeti (formaldehit örneği)

	YOĞUNLUK (ppm)	SAĞLIK ETKİLERİ	ŞİDDET
	0.1 ve daha çok	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, kokudan etkilenme	Çok Hafif 1
KİRLETİCİ/ FORMALDEHİT	2.0-3.0	Göz yaşarması, boğazda tahriş, burun akıntısı, astım atakları	Hafif 2
	4.0-5.0	Uyuklama, uyuşukluk, bellek yitimi, hapşırma, cilt kızarıklığı, astım	Orta 3
	10.0-20.0	Solunum güçlüğü, göz, burun ve boğazda yanma, öksürük, göğüste sıkışma, başta basınç, kalp çarpıntısı	Ciddi 4
	50.0-100.0	Akciğerde ödem ve enfeksiyon, ölüm	Çok Ciddi 5

Çizelge 4.13. Sağlık etkilerinin derecelendirilmesi (formaldehit örneği)

FORMALDEHİT YOĞUNLUĞU ppm	SAĞLIK ETKİLERİ	OLASILIK	ŞİDDET	O*Ş	RİSK DÜZEYİ
0.1 ve daha çok	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, kokudan etkilenme	Çok Küçük 1	Çok Hafif 1	1	DÜŞÜK
2.0-3.0	Göz yaşarması, boğazda tahriş, burun akıntısı, astım atakları	Küçük 2	Hafif 2	4	DÜŞÜK
4.0-5.0	Uyuklama, uyuşukluk, bellek yitimi, hapşırma, cilt kızarıklığı, astım	Orta 3	Orta 3	9	ORTA
10.0-20.0	Solunum güçlüğü, göz, burun ve boğazda yanma, öksürük, göğüste sıkışma, başta basınç, kalp çarpıntısı	Yüksek 4	Ciddi 4	16	YÜKSEK
50.0-100.0	Akciğerde ödem ve enfeksiyon, ölüm	Çok Yüksek 5	Çok Ciddi 5	25	YÜKSEK

4.5.3. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirleticilerden etkilenme değerlendirmesi

Sınırdaki ve sınırın üzerinde olan kirleticiler için etkilenme değerlendirmesinin yapılması ve kullanıcı etkilenmesinin belirlenmesi gerekmektedir. Etkilenmenin değerlendirilmesi; **etkilenme yolları**/solunma, dokunma vb./**etkilenen grup**/ çocuk, yaşlı vb./**etkilenmenin ölçülmesi**/ gürültü, hava kirleticileri vb içerir.

İnsanlar kirleticilerden (Masters, 1998) [21].

- Solunum yoluyla: Kirli havayı isteyerek/ istemeyerek solunum yolu ile
- Sindirim yoluyla: Kirli su/ besin yeme/ içme
- Deri tarafından emilmesiyle: Kirli toprak, su, yüzey, madde ile temas yoluyla, etkilenirler.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde; kirleticilerden daha çok solunum ve deri tarafından emilme yoluyla etkilenme olabilmektedir. Toplumda kimin/ kimlerin etkilendiğinin belirlenmesi, hangi yolla etkilendiğinin belirlenmesi kadar etkilenme olasılığı yüksek kişilerde tanımlanması da önemlidir. Kirleticilerden etkilenme kullanıcıdan kullanıcıya farklılık gösterebilir. Kullanıcının:

- Cinsiyeti,
- Yaşı,
- Mesleği,
- Sağlık durumu (özürlülük, akciğer fonksiyonlarında düşüklük, vb),
- Alışkanlıkları,
- Beslenme
- ...

farklı etkilenmelerin nedeni olabilmektedir.

Kirlilikten etkilenen risk grupları;

- Bebekler ve gelişme çağındaki çocuklar,
- Hamile ve emzikli kadınlar,
- Yaşlılar,
- Kronik solunum ve dolaşım sistemi hastalığı olanlar,
- Alerjisi olanlar,
- Sigara kullananlar,
-

olarak sıralanabilir (Williams, 2000) [21].

Kirleticinin kullanıcı vücuduna etki şekli;

- Toksik etki
- Alerjen etki,
- Kanserojen etki,
-,

belirlenmelidir. Ayrıca kullanıcının sağlığını nasıl etkileyebileceği kirlilikten etkilenme süresi de etkilenmenin ölçülebilmesi için gereklidir.

Etkilenmenin ölçülmesi doğrudan ya da dolaylı yöntemlerle yapılmaktadır. Kirleticinin çevredeki yoğunluğunun ölçülmesi, doğrudan yöntem kapsamında değerlendirilmektedir. Williams, dolaylı yöntemdeki matematiksel modeli aşağıdaki denklemle ifade etmektedir

$$LADD \text{ (mg/kg/gün)} = \frac{\text{(yoğunluk) (solunan hava) (etkilenim süresi) (emme faktörü)}}{\text{(ortalama süre) (vücut ağırlığı)}} \quad (4.1)$$

Bu denklemde:

LADD (hayat boyu günlük doz),

Yoğunluk (ppm yiyecek ya da su, mg/kg yiyecek, m/L su ya da mg/m³ hava),

Solunan hava (ppm yiyecek ya da su, mg/gün yiyecek, L/gün su ya da m³/gün hava),

Etkilenim süresi(gün),

Emme faktörü (birim yok, bilinmediği durumlarda 1 kabul edilir),

Ortalama süre (gün-etkilenme süresi ortalaması),

Vücut ağırlığı (kg)

olarak ifade edilmektedir. (Vural, 2004).

Spengler (2000), standart etkilenme değerlendirmesi için yaptığı varsayımlarda vücut ağırlığı 70 kg olan yetişkin için hayat süresini 70-74 yıl, solunan havayı 20 m³/gün, yapıda sürekli bulunmayı ortalama 9 yıl, en çok 30-70 yıl olarak belirtmektedir.

Kullanıcının kirleticilerden sağlığının nasıl etkilendiği ancak konunun uzmanları tarafından belirlenebilir. Kirleticiden, kısa süreli etkilenme sonucu oluşan etkiler akut etkiler, uzun süreli etkilenme sonucu oluşan kalıcı değiştirilemeyen nitelikteki etkiler kronik etkiler olarak tanımlanmaktadır.

4.5.4 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirleticilerinin doz-tepki değerlendirmesi

Doz-tepki değerlendirmesinin yapılması; olumsuzluğun dozu ve oluşan sağlık sorunu arasındaki ilişkinin kurulmasını kapsar. Doz –tepki sonucunda tepki, toksik, rahatsız edici, kanserojen, mutajen, alerjen olabilir. Bu değerlendirmede esas olan güvenli ve güvenli olmayan sınır değerlerdir.

4.5.4.1 Kirleticinin dozu

Kirleticinin dozu, kullanıcı üzerindeki etkisi, kullanıcının sağlık durumu ve içinde bulunduğu risk grubu önemlidir. Cooke, bu süreçte iki uyarlanmanın dikkate alınması gerektiğini ifade etmektedir. Bunlardan birincisi insanlar üzerindeki etkileri belirlemek için deney hayvanlarında gözlenen etkilerden yararlanmak, ikincisi ise yüksek doz sonucunda oluşan etkilerin aynı grupta daha az dozlardaki sonuçlarının kestiriminde kullanmak. Akut ve kronik sağlık tepkileri, doz-tepki değerlendirilmesi kapsamında değerlendirilir. Zehirlilik, kanserojen, kanserojen olmayan, alerji, vb. doz sınırının bilinmesi gerekmektedir. Kirleticinin neden olması sonucu oluşan sağlık etkileri, tepki olarak nitelendirildiğinden, gazlar ve buharlar, parçacıkların sağlık etkilerinin de bilinmesi gerekmektedir.

Zehirlilik testi

Ölümcül olan doz sınırı, akut zehirliliğin standart ölçüğüdür. LD₅₀ olarak ifade edilir. Bu değer ne kadar düşüğe kirleticinin zehirlilik oranı o kadar yüksektir. Masters (1998), zehirlilik testinde maksimum izin verilen dozun (MTD), uygulanacak en yüksek doz olduğunu ifade etmektedir. Bu doz yaşam boyu etkisi altında kalınan, sağlıklı büyüme ve yaşam süresinin azalmasına neden olmayan dozdur. Oluşacak tepkilerin belirlenebilmesi için yüksek doz uygulaması yapılarak deney hayvanlarının tepkileri belirlenmektedir. Farklı bir uygulama olarak uygulanan ikinci doz bu dozun ½' si ya da ¼' ünün uygulanmasıdır.

Kanserojen

Williams, kanserojen için belirlenen bir doz olmadığını belirtmektedir. Hangi dozda olursa olsun insan sağlığı için zararlıdır. Kirleticinin güç faktörünün belirlenmesi kanserojen etki değerlendirmesinin ana basamağını oluşturur. Alçak dozlardaki doz-etki eğrisinin eğimi güç faktörüdür. Hayvanlar üzerinde yüksek dozda yapılan deneylerin sonuçları alçak doz bölgelerine uyarlamak için farklı matematiksel modellerden yararlanılmaktadır. Veriler aynı olmasına rağmen sonuçlarda farklılıklar görülmektedir.

Kanserojen olmayan

Belirli bir dozun altında etkilenmenin herhangi bir sağlık sorununa neden olmayacağı varsayımının kanserojen olmayanlar için kullanıldığı Barnes tarafından belirtilmektedir. Miktarın belirlenmesi ve eşik değerinin tanımlanması için iki adımlı bir yöntem kullanılmaktadır. Birinci adımda karşı tepki gözlenemeyen yüksek doz belirlenir. Bu doz NOAEL olarak ifade edilir. Belirsizlikler ve bilgi eksikliği nedeniyle bu değer UF_S , belirsizlik faktörlerine bölünür. Williams, eşik değer etkisini belirlemede aşağıdaki denklemden yararlanılabileceğini ifade etmektedir.

$$RfD \text{ (mg/kg/gün)} = \frac{\text{NOAEL}}{(\text{UF}_H) (\text{UF}_A) (\text{UF}_S) (\text{UF}_L) (\text{UF}_D) (\text{MF})} \quad (4.2)$$

Bu denklemde:

(UF_H) = insandan hassas insana (10)

(UF_A) = hayvandan insana (10)

(UF_S) = supkronikten kroniğe (3' den 10)

(UF_L) = LOAEL' den NOAEL' e (3' den 10)

(UF_D) = tamamlanmamış bilgidен tamamlanmış bilgiye (3' den 10)

(MF) = profesyonel karara dayalı (3' den 10)

belirtmektedir (Vural, 2004).

Alerji testi

Alerjiye neden olan maddenin bulunabilmesi için değişik testler yapılabilir. Deri testi, kan testi, yama testi, ev alerji testi bu testlerdendir [24].

Deri testi, alerjik madde aramada uygulanan ilk testtir. Olumlu bir tepkimedde (deri kaşınır, kızarır ve şişer) olup olmadığına bakmak için şüphelenilen maddenin küçük bir miktarı deriye batırılarak kontrol edilir.

Yama testi, egzama ta da dermatite neden olan alerjik maddeyi bulmak için kullanılır. Şüphelenilen maddeden az bir miktar ile kaplanan özel metal diskler derinin nasıl tepki verdiğini görmek için genellikle 48 saatlik bir süre için bantla deriye yapıştırılır. Bu test genellikle hastanelerde deri bölümlerinde yapılır.

Ev alerji testi evlerde yaygın olan üç maddeye- ev tozu akarları, polen ve kediler- karşı alerjinin olup olmadığına öğrenilmesi için kullanılır. Bu test küçük bir kan örneği almak için

steril bir parmak delici iğne içerir. Alınan kan örneği bir tüpte toplanır ve örnek laboratuara gönderilir.

Kan testi için, koldaki atardamardan kan alınır. Atardamar oksijen yüklü kanı kalp ve akciğerlerden alıp vücudun diğer bölümlerine taşıyan damardır. Bu test için kullanılan atardamar genellikle nabzımızın ölçüldüğü el bileğinizde bulunan atardamardır. Doğru sonucu alabilmek için alınan kan tüpte toplanır ve laboratuara gönderilir. Test sonuçları normal kandaki oksijen seviyesini, karbondioksit seviyesini, bikarbonat seviyesini içerir. Normal değerler genellikle aşağıdaki sonuçları içerir.

- PaOP2: 80-100 mm Hg (oksijen seviyesi için)
- PaCo2: 35-45 mm Hg (karbondioksit seviyesi için)
- HCO3: 21-30 mEq/L (bikarbonat seviyesi için)
- pH: 7.238-7.4 (asit baz dengesi için)

4.5.4.2 Yapı içi hava kirleticilerinin sağlık etkileri

Uçucu organik bileşikler, zararlı doğal gazlar, yanma ürünlerinin oluşturduğu gazlar, buharların ve parçacıkların insan sağlığına olan etkilerinin belirlenmesi gerekmektedir.

Benzen

Benzenin bulunduğu ortamlarda, etkilenme süresine ve kirleticinin yoğunluğuna bağlı olarak alerji, lösemi, kanser gibi çeşitli sağlık sorunları oluşabilir. Zehirlenme sonucunda kullanıcılarda kramp, sarhoşluk, baş ağrısı, baş dönmesi, uyku hali, sarhoşluk görülmektedir [8, 20].

Formaldehit

Sınır değerler aşıldığında formaldehit sağlığı olumsuz olarak etkilemektedir. Kokudan etkilenme, sistematik etkiler, kanserojen etki olasılığı olarak karşılaşılabilecek bu etkiler insan sağlığı için risktir (Brown, 1999; Kelly vd, 1999; Balanlı, Vural ve Taygun, 2006) [8, 12].

Göz yanması, göz yaşarması, göz enfeksiyonu, üst solunum yolu tahrişi, alerjik rahatsızlıklar, öksürük, sinirlilik, formaldehitin neden olduğu sağlık sorunlarının başında gelir. Uzun süreli etkilenmelerde zehirlenme, kalp çarpıntısı, merkezi sinir sisteminde uyuşma, solunum sisteminde tahriş görülmektedir. Alerjik rahatsızlığı olanlar, çocuklar, hamileler daha çok etkilenebilir. Formaldehit için IARC 2A grubu kanserojen kirletici (Aksakal vd., 2005),

NIOSH ve OSHA' da kanserojen tanımlaması yapmıştır (Vural, 2004). Çizelge 4.14'de formaldehitin sağlık etkileri ile ilgili bilgi verilmektedir.

Çizelge 4.14 Formaldehit yoğunluğuna bağlı olarak oluşabilecek sağlık etkileri
(Balanlı, Vural ve Taygun, 2006)

FORMALDEHİT YOĞUNLUĞU ppm	SAĞLIK ETKİLERİ
0.1 ve daha çok	Göz yaşarması, burun ve boğazda tahriş, kokudan etkilenme
2.0-3.0	Göz yaşarması, boğazda tahriş, burun akıntısı, astım atakları
4.0-5.0	Uyuklama, uyuşukluk, bellek yitimi, hapşırma, cilt kızarıklığı, astım
10.0-20.0	Solunum güçlüğü, göz, burun ve boğazda yanma, öksürük, göğüste sıkışma, başta basınç, kalp çarpıntısı
50.0-100.0	Akciğerde ödem ve enfeksiyon, ölüm

Ksilen

Etkilenme süresine ve kirleticinin yoğunluğuna bağlı olarak akciğer tıkanması, böbrek yetmezliği, dolaşım bozukluğu, baş ağrısı, bulantı, yorgunluk, uyuşukluk, ksilenin neden olabildiği sağlık sorunlarındandır. 5000 ppm' in üzerindeki dozlarda anestezi (duyu yeteneğinin kısmen ya da tamamen ortadan kalkması) 10000 ppm dozda bilinç kaybı ve sonrası ölümlerle sonuçlanır (Güler Şimşek, 2004).

Metil Klorür

Etkilenme süresine ve kirleticinin yoğunluğuna bağlı olarak kulak çınlaması, uyuşma, baş dönmesi bulantı, sinir sistemini olumsuz etkileme, sersemlik, konsantrasyon bozukluğuna neden olur [26].

Tolüen

Etkilenme süresine ve kirleticinin yoğunluğuna bağlı olarak akciğer hasarı, astım, göz rahatsızlığı, uykusuzluk, koordinasyon bozukluğu, bitkinliğe neden olur [26].

Radon

NIEHS (2001), radonun solunum yolu ile insanları, özellikle hücreleri daha hızlı bölünen ve daha sık soluk alıp vermeleri nedeniyle çocukların sağlığını olumsuz olarak etkilediğini bildirmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri yaş, cinsiyet ve sigara kullanımına göre değişmektedir. Sigara kullanılan ortamda radondan uzun süreli etkilenme akciğer kanserine

neden olmaktadır. Radon WHO ve EPA tarafından A sınıfı kanserojen olarak değerlendirilmektedir (Balanlı, Vural ve Taygun, 2004) [8, 9, 14].

EPA tarafından hazırlanan radonlu ortamda sigara içen ve içmeyenlerde kanser olma riski Çizelge 4.15’ de, yaşam süresince radon gazından etkilenme riski Çizelge 4.16’de ve süreye bağlı radon gazından etkilenme de Çizelge 4.17’de verilmektedir.

Ozon

Ozon toksik bir gazdır. Baş ağrısı, göğüs rahatsızlıkları, öksürük, astımı tetikleme, bulanık görme, solunum yolları hastalıkları, nefes darlığı, vb. rahatsızlıklara neden olur. Ozonun bulunduğu ortamlarda, etkilenme süresine ve kirleticinin yoğunluğuna bağlı olarak özellikle çocuklar astım gibi solunum yolu hastalığı olanlar daha çok etkilenirler. Akciğerlerin derinliklerine kadar iner ve kalıcı zararlar verebilir. Astımı olan kişilerde astımı ilerletebilir, krizlere neden olabilir [8, 15, 16]. Çizelge 4.18’ de ozondan etkilenme araştırmalarına yönelik sonuçlardan bazıları verilmektedir.

Çizelge 4.15 Radon gazının neden olduğu kanser riskleri[25]

RADON YOĞUNLUĞU (Bq/m ³)	YAŞAM BOYU RADON GAZINDAN ETKİLENEN 100 KİŞİ İÇİNDEN KANSERE YAKALANMA RİSKİ	
	SİGARA KULLANAN	SİGARA KULLANMAYAN
740	135	8
370	71	4
296	57	3
148	29	2
74	15	1
48,1	9	<1
14,8	3	<1

Çizelge 4.16 Brookins (1990) yapı içinde zamanının % 80’ini geçirenler için radon düzeyi ve ölüm riski (Balanlı, Vural, Taygun, 2004)

YAPI İÇİ RADON DÜZEYİ (Bq /m ³)	ETKİLENME SÜRESİ (Yıl)	AKCİĞER KANSERİ ÖLÜMLERİ (100 kişide)
148	70	1-5
740	70	6-21
7.400	70	44-77
7.400	10	14-42

Çizelge 4.17 Yaşam boyu radon gazı etkisinde kalma sonucu akciğer kanserine bağlı ölüm oranları(EPA,1988)

RADON GAZI VE AKCİĞER KANSERİ ÖLÜMLERİ	
YAKLAŞIK RADON YOĞUNLUĞU (Bq /m³)	AKCİĞER KANSERİNE BAĞLI ÖLÜMLER 1000 kişi
7.400	440-770
3.700	270-630
1.480	120-380
740	60-210
370	30-120
148	13-50
74	7-30
37	3-13
7.4	1-3

Çizelge 4.18 EPA (1979), ozondan etkilenme araştırmalarına yönelik sonuçlar(Vural, 2004)

O3 (ppm)	Süre	SAĞLIK ETKİLERİ
0.01-0.30	Saatlik ortalama	Japon okul çocuklarının % 25'inin akciğer fonksiyon parametreleri ozon yoğunluğu ile ilişkisi belirlenmiştir (Kagava ve Toyama, 1975).
0.10	2 saat	Atardamar kanındaki O2 basıncı azalış, standart olmayan ölçüm tekleri kullanımında hava yolu direnci yükselmiştir (Von Niedind, 1976)
0.20	3 saat	Gece görüşünde düşüş gözlemlenmiştir (Lagerwerff, 1963)
0.20-0.25	2 saat	Astım hastalarında aralıklı hafif egzersiz yaparken solunum işlevlerinde belirgin değişim görülmüştür. (Linn vd, 1973)
0.25	2-4 saat	Aralıklı hafif egzersiz yapan kişilerde alerjik ya da solunum rahatsızlığı olanlarda akciğer fonksiyonlarında değişme gözlemlenmiştir (Hackney vd, 19785a,b,c)
0.30	1 saat	Kuvvetli egzersiz yapan kişilerde solunum fonksiyonlarında değişiklikler ve rahatsızlık belirtileri görülmüştür (De Lucia ve Adama, 1977)
...	...-	...

Kükürtdioksit

Kükürtdioksit asidik bir gazdır. Kükürtdioksit'le kirlenmiş hava solunduğu zaman; kükürt dioksit burun, geniz ve boğazdaki nemle tepkimeye girerek solunum sistemindeki sinirleri tahriş eder. Solunum yolu tahriş edildiğinde, refleks öksürük krizleri, göğüs sıkışması oluşabilir. Özellikle astım, kronik akciğer hastalığı bulunan kişilerde solunum yollarının daralmasına ve kronik solunum hastalığına neden olur. Kükürtdioksit yoğunluğu sınır değerinin üzerinde olması özellikle astımlı, bronşitli, kalp ve akciğer hastalarının sağlığını

olumsuz etkiler (Öztürk, 2005) [8]. Kükürtdioksit'in insan sağlığı üzerindeki etkileri Çizelge 4.19'de verilmektedir.

Kükürtdioksit yoğunluğu;

0.25 ppm ($655 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 10 dakika etkilenen astımlı kişilerin solunum sisteminde önemli zararlar, soluk almada önemli düşüşler, $357 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (saatlik değer) üzerine çıktığında astımlı kişilerde göğüs daralması, öksürme ve akciğer fonksiyonunda değişme belirtileri görülmüştür

Çizelge 4.19 Kükürtdioksit'in insan sağlığı üzerine etkileri (Çevre Bakanlığı, 1998)

SO ₂ (ppm)	Etkilenme Süresi	SAĞLIK ETKİLERİ
0.037-0.092	Yıllık ortalama	$185 \mu\text{g}/\text{m}^3$ duman yoğunluğu ile birlikte, solunum yolları ve akciğer hastalıklarında artışlar.
0.007	Yıllık ortalama	Yüksek parçacık yoğunluğu ile birlikte, çocuklarda solunum yolları hastalıklarında ilerleme.
0.11-0.19	24 saat	Düşük parçacık yoğunluğu ile, yaşlılarda solunum yolları hastalıklarında artış.
0.19	24 saat	Büyüklerde kronik solunum yolları hastalıklarında ilerleme.
0.19	24 saat	Düşük parçacık yoğunluğunda, ölüm oranlarında artış görülebilir.
0.25	24 saat	$750 \mu\text{g}/\text{m}^3$ duman yoğunluğu ile birlikte, günlük ölüm oranlarında artış görülebilir (İngiltere). Hastalanmalarda ani artış.
0.5	10 dakika	Astım hastalarında egzersiz (hareket) halinde solunum direncinin artması.
5	24 saat	Sağlıklı kimselerde solunum direncinin artması.
10	10 dakika	Bronkospazm.(Bronşların kasılması)
20		Göz tahrişi, öksürme.

Azotdioksit

Azotdioksit yoğunluğu 150 ppm ($285 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ya da üzerinde olduğunda insan sağlığı için öldürücü etkiye sahip olabilir. Azotdioksit akciğeri tahriş eder ve solunum enfeksiyonuna neden olur. 0.01 ppm'in altındaki azot dioksit yoğunluğunda 2-3 yaş arası çocuklarda bronşit vakalarında da artış gözlenmiştir (Öztürk, 2005) [8].

Azotdioksit yoğunluğunun yanında temas süresinin de oldukça etkili olduğu kısa süreli etkilenmenin insan sağlığı üzerine yaptığı olumsuzluklarda Çizelge 4.20'den anlaşılmaktadır. Çizelge 4.21' de de azotdioksit'in sağlık etkileri verilmiştir

Çizelge 4.20 Kısa süreli azotdioksit yoğunluğunun sağlığa etkisi (Öztürk, 2005)

Etki	NO ₂ yoğunluğu		Etkilenme süresi
	Mg/m ³	Ppm	
Koku eşliğinde	0.23	0.12	Derhal
Eşik değeri koyuluk adaptasy. İçin	0.14	0.075	Belgelenmemiş
	0.50	0.26	Belgelenmemiş
Artan solunum yolu direnci	1.3 – 3.8	0.7 – 2.0	20 dak.*
	3.0 – 3.8	1.6 – 2.0	15 dak.
	2.8	1.5	45 dak.**
	3.8	2.0	45 dak.***
	5.6	3.0	45 dak.+
	7.5 – 9.4	4.0 – 5.0	40 dak.++
	9.4	5.0	15 dak.
	11.3 – 75.2	6.0 – 40.0	5 dak.
Akciğer difüzyon kapasitesindeki azalma	7.5 – 9.4	4.0 – 5.0	15 dak.

* Temas 10 dakikalıktır. Temasın bitiminden 10 dakika sonra akış direncine etki gözlenir.

** Bu yoğunlukta kronik solunum hastalıkları meydana gelir.

*** Kronik solunum hastalıkları oluşur.

+ Etkileşim oluşur.

++ Temas süresi 10 dakikaya uzadığında, 30 dakika sonra en büyük etki akış direncidir.

Çizelge 4.21 Azotdioksit' in sağlık üzerindeki etkileri (Öztürk, 2005)

NO ₂ (ppm)	Süre	SAĞLIK ETKİLERİ
0.12	-	Koku algılama sınırı
0.3	3.75 saat	FVC ve FEV de küçük artışlar (%5-9)
1.5-2	2-3 saat	Sağlıklı yetişkinlerde havayla artan solunum yolu şikayetleri
1	15 dakika	Bronşitli kişilerin solunum yollarında direncin artması
2.5	2 saat	Sağlıklı kişilerde solunum yollarında direncin artması
5	15 dakika	Akciğerde gaz alış-verişinin engellenmesi
10	-	Koku algılanmasının engellenmesi
50	-	Geri dönüşümlü bronşiyolitis
150	-	2-3 hafta içinde bronşiyolitis fibrosa obliterans sonunda ölüm
≥2	1-3 saat	Akciğer fonksiyonlarında değişme

Karbonmonoksit

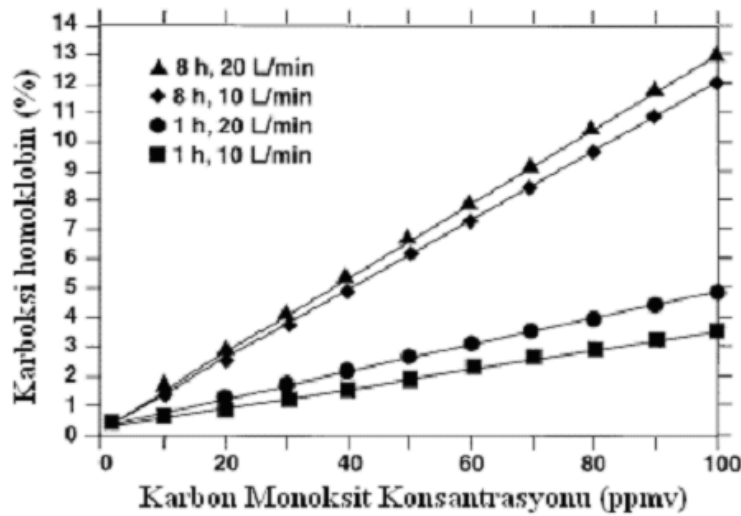
Karbonmonoksit çok zehirli bir gazdır olup zehirlenmesinin ilk belirtisi, gribe benzer. Baş ağrısı, uyuklama, yorgunluk, nefes kesilmesi, bulantı ve baş dönmesi şeklinde de etkisini gösterebilir. Zehirlenen çoğu kişi grip olduğunu düşünerek yanılır. Sonrasında etki bilinçsizlik, solunum hastalığı ve ölüm olabilir [13].

Karbonmonoksit'in sağlık üzerindeki en önemli etkisi; kalp ve beyine oksijen verme kapasitesini azaltmasıdır. Özellikle 0-18 yaş arası astımlı çocuklar üzerinde etkilidir. Kalp hastası kişiler, karbonmonoksit kirliliğine duyarlıdır. Havada bulunan karbonmonoksit yoğunluğunun sağlık üzerine etkisi çok önemlidir. Solunum yolu ile alınan karbonmonoksit, akciğer tarafından kolayca emilir. Kanda Karboksihemoglobın (COHb) oluşması sağlık açısından ciddi problem olur. Karboksihemoglobın, karbonmonoksit ve hemoglobın doymuşluğunun %' si olarak ifade edilen biyokimyasal bir ölçüdür. COHb, kanın oksijen taşıma kapasitesini düşürür. COHb, geriye kalan hemoglobının oksijeni serbest bırakmasını engeller. Bu etki oksijen dağıtım kapasitesini azaltır. Kandaki COHb seviyesi; CO'den etkilenme süresine, solunan havadaki CO yoğunluğuna, hava basıncına, karbonmonoksitten etkilenenlerin metabolizmasına ve sağlık durumuna bağlı olarak değişmektedir (Öztürk, 2005).

Kandaki karboksihemoglobın miktarının karbon monoksit yoğunluğuna ve süreye bağlı olarak değişimi Şekil 4.8'de verilmiştir.

Normal bir insanın kanında %0,4 oranında COHb bulunur. Çizelge 2.22' de görüldüğü gibi kanda karboksihemoglobın oluşumu hem solunan havadaki karbonmonoksit yoğunluğuna hem de etkilenme süresine bağlıdır. Karbon monoksitle kirlenmiş havadan uzun süre etkilenildiğinde kanda daha fazla COHb oluşmaktadır.

Bazı iş yerlerinde ve havalandırmanın yeterli olmadığı, hatalı ısınmanın yapıldığı evlerde karbon monoksit yoğunluğu yüksek olabilir. 100 ppm karbon monoksite 1 saat gibi kısa süreli etkilenme sonucu; kandaki karboksihemoglobın miktarı %4-5'e çıkabilir. 8 saat gibi uzun süreli etkilenme sonucunda bu değer %12-13 çıkabilmektedir.



Şekil 4.8 Karbonmonoksit yoğunluğuna ve süreye bağlı olarak kanda oluşan karboksihemoglobın (Öztürk, 2005)

Karbonmonoksit kansızlığı. hamile kadınlarda; çocuk düşürmeye, ölü çocuk ya da düşük ağırlıklı çocuk doğurmaya, erken çocuk ölümüne neden olabilir. Karbonmonoksit'in sağlık üzerine etkisi Çizelge 4.22'de verilmiştir

Çizelge 4.22 Karbonmonoksit'in sağlık üzerindeki etkileri (Çevre Bakanlığı, 1998)

Karbonmonoksit (ppm)	Süre (saat)	COHb (%)	SAĞLIK ETKİSİ
40	2	2	
200	2-3	5	Orta şiddetli baş ağrısı, yorgunluk, bulantı ve baş dönmesi
400	1-2		Ciddi baş ağrısı,
10 – 15	≥8	≈2,5	Sinir sisteminde aksaklık
30	≥8	5	Psikomotor sisteminde aksamalar.
100	8	≈10	Baş ağrısı, baş dönmesi, akciğerle ilgili fonksiyonlarda aksaklıklar.
		20	Kardiyovasküler sistemde arızalar elektrokardiyografik anormallikler.
		40	Hareket halindeyken düşmeler.
		60	Baygınlık, geri dönüşümün meydana gelmesi halinde ölüm
		80	Ölüm
3200	5-10 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma bir saat devam ederse ölüm
6400	1-2 dakika		Baş ağrısı, baş dönmesi, bulantı ve maruz kalma 20-30 dakika devam ederse ölüm
12 800	1-3 dakika		Ölüm

Parçacıklar

Havadaki parçacıklar, insan sağlığını olumsuz etkileyen en önemli nedenlerden biridir. Parçacıkların çapı küçüldükçe sağlık üzerindeki olumsuz etkisi artmaktadır. 10 µm' den küçük boyutlu parçacıklar sağlık üzerinde büyük etkiye sahiptir. Bu tür parçacıklar akciğere kadar ulaşır. Bazıları kana dahi karışabilir. Fiziksel ve kimyasal yapıları sağlık açısından oldukça önemlidir. Cıva, kurşun, kadmiyum gibi ağır metaller oldukça zehirli ve kanser yapıcı kimyasallar içeren parçacıklar sağlık açısından çok tehlikelidir. Birçok farklı bileşikten oluşmuş olan parçacıklar akciğerdeki nemle bileşerek aside dönüşmektedir. Duman bileşenlerinde olan çinko amonyum sülfat, akciğerde sülfürik aside dönüşmektedir. Kurum, uçucu kül, benzin ve dizel egzoz parçacıkları, kanser yapıcı maddeler içerebildiğinden bunların uzun süre solunması durumunda kanser yaptığı bilinmektedir (Öztürk, 2005).

Küçük boyutlu parçacıklar, akciğere kadar gidip, kanın içindeki karbondioksit'in oksijene dönüşümünü yavaşlatmakta buda nefes darlığına neden olmaktadır. Bu durumda oksijen kaybının giderilebilmesi için kalbin daha fazla çalışması gerektiğinden kalp üzerinde ciddi bir baskı oluşmaktadır. Parçacıkların sağlık üzerine etkileri akuttan daha çok kroniktir. Uzun süre

parçacıkların etkisinde kalındığında akciğerde parçacık birikmesi sonucu oluşabilen sağlık problemleri görülmektedir.

Etkilenme süresi hem akciğer hem de kalp fonksiyonunu olumsuz etkiler. Astım, kalp ve akciğer hastaları parçacık kirliliğinden daha fazla olumsuz etkilenirler. Parçacık yoğunluğu yüksek olan yerlerde spor yapanlar daha sık aralıklarla daha derinden nefes aldıklarından parçacıklar, akciğere kadar daha kolay ulaşır ve birikir. Yaşlıların ve akciğer/ kalp hastalarının hastaneye müracaatlarında artışlar olmakta ve bazı kalp ve akciğer hastalarının ölümüne neden olmaktadır (Yıldırım, 1998; Jones, 1998).

Çocukların akciğerleri gelişmekte olduğundan, uzun süre parçacıkların etkisi altında kaldıklarında astım veya solunum sistemi hastası olmaları büyük olasıdır. Yaşlı, çocuk veya kalp hastası kişiler, kalbe giden oksijen azalması nedeniyle çok ciddi reaksiyonlar göstermektedirler. Çizelge 4.23'de Wadden ve Scheff' in (1983) kükürtdioksit ve parçacıkların insan sağlığına kısa süreli etkilerini özetleyen çalışması verilmiştir.

Çizelge 4.23 Wadden ve Scheff' in (1983) kükürtdioksit ve parçacıkların insan sağlığına kısa süreli etkileri *(Vural, 2004)

KÜKÜRTDİOKSİT		ASILI PARÇACIKLAR	SAĞLIK ETKİSİ
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ppm	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
250	(0.095)	350	Kronik bronşitli hastalarda solunum belirtilerinde artış
722	(0.276)	350	Kronik akciğer hastalarında akciğer fonksiyonlarında değişiklik yok
200-300	(0.076-0.114)	230	1 sn. içinde solunum azalması
200	(0.076)	150	Astım krizlerinin frekanslarının artması

* Ferris (1978).

Organizmalar, bağışıklık sistemini etkiler, halsizlik, ateş, titreme, öksürük, nefes darlığı, vb akut alerjik rahatsızlıklara neden olur. Yapı ürünlerinden yüzeyde olanları toz kaynağı olabilir. Tozlar, üzerinde mikroorganizma ve alerjenler barındırmakta küf ve bakterilerin oluşmasına neden olabilmektedir (McNall, 1986). Nem oranının % 70' den çok olması küf mantarının oluşmasına neden olmaktadır (Çobanoğlu ve Kiper, 2006). Küflerin çoğu insan solunum sistemi için alerjik etkilidir. Küfler, 1 m³'de 10⁶ oranına ulaştığında insanlar hassaslaşır ve hastalık belirtileri ortaya çıkar (Özyaral ve Keskin, 2005).

Lejyonella bakterisi, suda gelişerek havaya yayılan daha sonrada insanları etkileyerek lejyoner hastalığına neden olmaktadır. Lejyoner hastalığı üst solunum yolları ve akciğerlere yerleşen ve çoğalan pnömofila bakterisinin neden olduğu akut ve öldürücü bir hastalıktır.

Hastalığın yayılması ve ilerlemesinde hastalık yapıcı ortamda uzun süre kalma ya da yaşlı olma sigara, içki, uyuşturucu alışkanlığı, kronik hastalıklar (kalp ve akciğer rahatsızlığı), bağışıklık sistemindeki zayıflıklar etkili olmaktadır (Balanlı ve Öztürk, 2005; Uz, 1997a, 1997b). Salgın kontamine/ kirli suların aerosol haline gelmesi ve bunların solunması sonucunda oluşur. Su püskürten düzenekler, duşlar, musluktan suyun hızlı ve çevreye sıçrayarak akması sonucunda su, aerosol haline gelir. Yani su gaz içerisinde dağılarak bir karışım türü oluşturur. Ayrıca oda nemlendiricileri de kaynak olabilir. (Çobanoğlu ve Kiper, 2006).

Ev tozu akarı; insanlarda alerjik rahatsızlıklara (alerjik astım, alerjik rinit) ve kronik solunum yolu hastalıklarına neden olur. Hastalık nedeni akarın kendisi değil ürettiği protein yapılı dışkılarıdır. Yaz aylarında toz akarları havaya havalandırma ve vantilatör tipi araçlar nedeni ile daha çok karışmaktadır. Kış aylarında ise yapı içlerinde kalma süresi daha uzun süreli olduğundan etkilenmeler daha çok olmaktadır. Bunlar insanın yaşadığı ortamlarda bulunabilir. Halı, halının zemin ile temas eden alt yüzeyi, kumaş kaplı koltuklar, yatak ve perdeler akarların barınması için uygun ortamlardır (Özbek Tezel, 2002).

Asbest

TS (1995), solunması en tehlikeli asbest lifleri için çapları 3 µm' de küçük , uzunluk/ kalınlık oranları 3'ten, uzunlukları da 5 için µm' den büyük olan amosit ve krokodolit olduğunu belirtmektedir. Krizotil akciğerde eridiği için amfibol grubuna göre daha az zararlıdır. Hafif oldukları için yere düşmeyen asbest lifleri solunum yolu ile akciğerlere yerleşerek solunum sistemi için risk kaynağı oluşturur. Asbestin bütün türleri için IARC tarafından kanserojen olarak tanımlanmaktadır. Asbest kaynaklı hastalıklar, lifler çok kısa süre ve çok az sayıda solunduğunda da ortaya çıkabilir. Asbest, dört tür akciğer hastalığına neden olmaktadır. (Balanlı ve Taygun, 2005), [17]

Asbestosis, akciğer dokusunda yaralara ve son aşamada da akciğer zararından yeterli oksijenin geçmemesi nedeniyle solunum güçlüğüne neden olmaktadır. Asbest türleri asbestosisi başlatabilir ancak hastalık belirtileri asbestten etkilenime bağlı olarak iki yıl sonra görülebilir

Akciğer kanseri, genellikle tedavisi olmayan , kronik olarak ilerleyen bir hastalıktır. Hastalığa yakalananın % 13' ünden azı beş yıl gibi bir süre yaşamını sürdürebilmektedir (ASHRE, 1998). EPA, sigara alışkanlığı olanların daha çok risk altında olduğunu bildirmektedir [17].

Mezotelyoma, nefes darlığı, karın ve göğüste ağrıyla belirti veren hastalığın tedavisi yoktur ve kısa sürede ölümle sonuçlanır.

Plevra tümörü de az görülen ölümcül olmayan akciğer zarı hastalığıdır.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk nitelendirilmesi

Risklerin nitelik ve nicelik belirlenebilmesi için doz-tepki değerlendirmelerinde gelişmiş bilgilerin birleştirilmesi gerekir Bunun sonucunda risk nitelendirmesi yapılabilir. Örneğin; kanserojen ve kanserojen olmayan riskler için farklı risk hesapları kullanılmaktadır. (Williams, 2000).

Risk hesapları

Risk hesaplarında kanser ve kanser olmayan risklerin hesabının nasıl yapılabileceği ile ilgili bilgiler verilecektir.

Kanser risklerinin hesabı

İnsan etkilenmesi ve ajanın kanser riski oranını artırma özelliği, kanser risklerinin değerlendirilmesinde birleşmektedir. Birden çok etkilenmenin olduğu durumlarda oluşan riskler toplanarak değerlendirme yapılmaktadır. Williams (2000), kanser riski için aşağıdaki denklemin kullanılabilceğini ifade etmektedir.

$$\text{Kanser Riski} = \text{LADD (mg/kg/gün)} \times \text{CSF (mg/kg/gün)}^{-1} \quad (4.3)$$

Kanser olmayan risklerin hesabı

Master' e göre insan etkilenmesinin ajanın güvenilir sınırına oranlanmasının yapılmasıyla, kanserojen olmayan risklerin değerlendirilmesi yapılır. Bu oran tehlike bölümü (HQ) olarak tanımlanır.

$$\text{HQ} = \frac{\text{LADD (mg/kg/gün)}}{\text{RfD (mg/kg/gün)}} \quad (4.4)$$

Bu denklem tek kirlenici için kullanılabilir. Kirlenicilerin sayısı birden çok olduğu durumda tehlike bölümü her kirlenici için hesaplanarak birbirine eklenir, tehlike indeksi (HI) bulunur ve değerlendirme buna göre yapılır.

$$\text{HI} = \text{HQ}_1 + \text{HQ}_2 + \text{HQ}_3 + \dots + \text{HQ}_n \quad (4.5)$$

Tehlike bölümü birden küçük bulunursa riskin yok olduğu sonucu kabul edilebilir. Birden büyük bulunursa sağlık sorunu olma olasılığı var kabul edilmektedir.

Hata sınırı (MOE) yöntemi, kanserojen olmayan risklerin değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntemdir. Barnes' in açıkladığı bu yöntemde aşağıdaki denklem kullanılmaktadır (Vural, 2004).

$$\text{MOE} = \frac{\text{NOAEL (mg/kg/gün)}}{\text{LADD (mg/kg/gün)}} \quad (4.6)$$

Risk anlatımları

Risk bilgilerinin özetlenerek sunulması, risk nitelendirmesidir. Bu son nitelendirmeler risk yönetimi kararlarının temelini oluşturur. Bu nitelendirmelerden bazıları aşağıda verilmektedir (Vural, 2004).

- Bireyin riskine karşı toplum riski,
- Ortalama etkilenmeye karşı maksimum etkilenme
- Mutlak riske karşı bağıl risk,
- Noktasal kestirime karşı risk dağılımı,
- Yıllık riske karşı yaşam boyu risk,
-

Toplumdaki bir bireyin sağlık sorunu yaşama olasılığı birey riski, toplumda oluşan sağlık vakalarının sayısı ise toplum riski olarak bilinmektedir. Toplumun büyüklüğü birey riski ile çarpılınca toplum riski bulunmaktadır.

Ortalama koşulları, ortalama etkilenme risklerini etkilemektedir. Maksimum etkilenme riskleri ise toplumda üst düzeyde en çok etkilenen birey riskleri olarak bilinmektedir.

Belirli bir çıktının belirli bir etkilenme sonucu oluşma ihtimali mutlak risk, belirli bir tehlikeden etkilenme ve etkilenmeyenlerin risklerinin oranı ise bağıl risk olarak tanımlanmaktadır. Toplumda risklerin gerçek etkisi mutlak riskle, çeşitli sağlık sorunlarının tanımlanması ise bağıl riskle hesaplanmaktadır.

Riskin noktasal kestirimi, tek bir risk numarası elde etmek için her maddede tek risk rakamı kullanmakla sağlanabilir.

Yıl boyunca kirleticilerden etkilenme sonucunda oluşabilecek zararların belirlenmesi yıllık riski, yaşam boyunca olumsuz tepki oluşturma olasılığı da yaşam boyu riski göstermektedir.

Yaşam süresi (ortalama 70 yıl) yıllık risk ile çarpılarak yaşam boyu risk değeri bulunabilmektedir (Williams, 2000).

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirletici, konunun uzmanı tarafından yapılan ölçümler sonucunun sınır değerler düzeyinde olup olmadığı belirlenir. Sınırın altında olan ölçüm sonucu, sağlık açısından olumsuz olarak değerlendirilmediği için etkilenme ve doz tepki değerlendirilmesinde ele alınmayacaktır. Riskten söz edilebilmesi için tehlike kaynağı olabilen kirleticilerin sınır değerinde/ sınır değerinin üzerinde olması gerekmektedir. Sınırdaki ve sınırın üzerinde olan kirleticiler için etkilenme ve doz tepki değerlendirmesinin yapılması gerekmektedir. Bunun sonucu olarak kullanıcıya bağlı olarak tehlikenin açığa çıkma olasılığı ile bu nedenle meydana gelebilecek zarar, hasar ya da hastalığın şiddet derecesinin de kestirebilmesi mümkün olabilecektir.

4.5.5.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk değerlendirmesi

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde yapılan, ölçümler sonucunun kirleticinin sınır değerler düzeyinde olup olmadığı belirlenir. Sınırın altında olan ölçüm sonucu, sağlık açısından olumsuz olarak değerlendirilmediği için etkilenme ve doz tepki değerlendirilmesinde ele alınmayacaktır. Riskten söz edilebilmesi için tehlike kaynağı olabilen kirleticilerin sınır değer ve olasılık/ şiddete göre değerlendirilmesi gerekmektedir. Bunun sonucu olarak kullanıcıya bağlı olarak tehlikenin açığa çıkma olasılığı ile bu nedenle meydana gelebilecek zarar, hasar ya da hastalığın şiddet derecesinin de kestirebilmesi mümkün olacaktır. Sınır değerinde/ orta-orta ya da sınır değerinin üzerinde/ yüksek- çok ciddi değerlendirilmesi yapılan riskler için daha sonra risk sınıflandırması yapılabilecektir.

4.5.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin kabul edilebilirlik sınıflandırması

Sınır değerlere göre yapılan değerlendirme sonucunda riskler sınır değer durumuna göre sınıflandırıldığında; kirletici sınır değerinin üzerinde ise kabul edilemez, sınır değerinde ise olası risk (risk olabilir), sınır değerinin altında ise kabul edilebilir riskler olarak sınıflandırılabilir. Sınır durum için Çizelge 2.6' dan yararlanılabilir.

Ayrıca olasılık ve etkilerine göre (Bkz. Çizelge 3.1, 3.2, 3.3 ve 3.4) riskler:

- Olasılığı çok küçük(1), küçük(2) ve şiddeti Çok hafif (1), hafif (2) olarak kabul edilen düşük dereceli riskler için **kabul edilebilir**,
- Olasılığı orta (3), şiddeti orta(3) olarak kabul edilen orta dereceli riskler için **olası risk (risk olabilir)**,

- Olasılığı yüksek (4), çok yüksek (5), şiddeti ciddi(4), çok ciddi (5) olarak kabul edilen yüksek ve çok yüksek dereceli riskler için **kabul edilemez**, olarak sınıflandırılabilir.

4.5.7 Risk analizi sonucu, karar

Sınıflandırma sonrasında her sınıfın kabul edilebilirlik değerlendirmesi yapılabilir. Buna göre; Kabul edilebilir riskleri için; risk yok, risk yönetimine gerek yok, Olası riskler ve kabul edilemez yüksek riskler için; risk olabilir, risk var, risk yönetimini gerekli, değerlendirilmesi yapılabilir. Çizelge 4.24’ de yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin kabul edilebilirlik kararı verilmektedir.

Çizelge 4.24 Risklerin kabul edilebilirlik kararı

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLETİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLETİCİ SINIR DURUMU	OLASILIK	ŞİDDET	KABUL EDİLEBİLİRLİK SINIFLANDIRMASI	KABUL EDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRMESİ	KARAR
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	Benzen Butadin Formaldehit Hekzan Kloroform Ksilen Sterain Tolüen	Altında Yapı içi havasında, kirleticinin oranı, sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin altında	Çok Küçük (1) Küçük (2)	Çok Hafif (1) Hafif (2)	Kabul Edilebilir	Risk Yok Risk Yönetimine Gerek Yok	Dokunmama kararı
ZARARLI DOĞAL GAZLAR	Radon Ozon	Sınırdan Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinde	Orta (3)	Orta (3)	Olası risk	(Risk olabilir) Bu riskler mümkün olduğu kadar çabuk ele alınarak, iyileştirme yapılmalı, azaltılmalı	Risk Yönetimi Yapılmalı
YANMA ÜRÜNLERİ	Karbonmonoksit Karbondioksit Azotdioksit Kükürtdioksit.....	..Üzerinde Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin üzerinde	Yüksek (4) Çok Yüksek (5)	Ciddi (4) Çok Ciddi (5)	Kabul Edilemez	Risk Var Yüksek Risk Bu risklere acil çözüm çalışması yapılmalı	Risk Yönetimi Yapılmalı

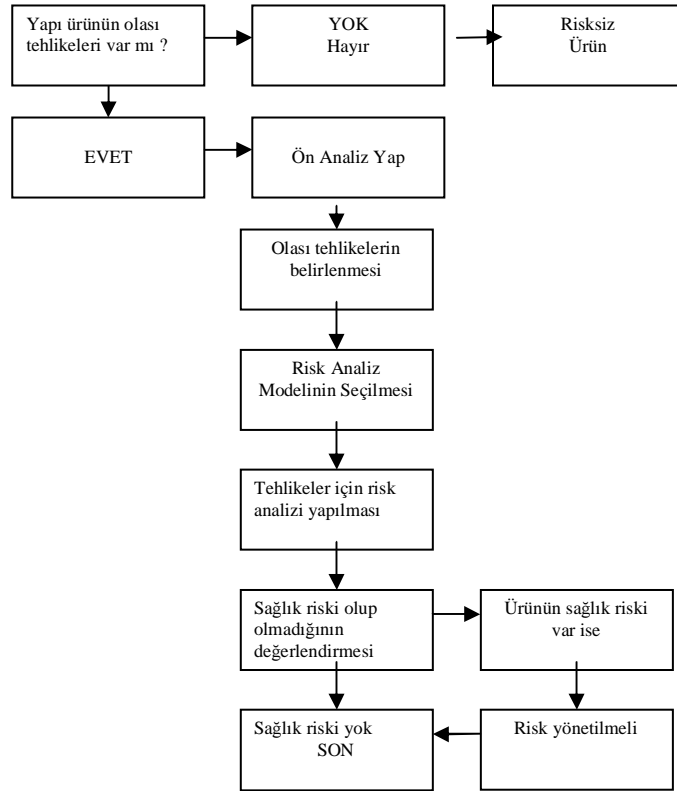
Çizelge 4.24 Risklerin kabul edilebilirlik kararı(devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLETİCİLER (PARÇACIKLAR)		KİRLETİCİ SINIR DURUMU	OLASILIK	ŞİDDET	KABUL EDİLEBİLİRLİK SINIFLANDIRMASI	KABUL EDİLEBİLİRLİK DEĞERLENDİRMESİ	KARAR
ASILI PARÇACIKLAR	Asbest Kurşun	Altında Yapı içi havasında, kirleticinin oranı, sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin altında	Çok Küçük (1) Küçük (2)	Çok Hafif (1) Hafif (2)	Kabul Edilebilir	Risk Yok Risk Yönetimine Gerek Yok	Dokunmama kararı
	ORGANİZMALAR	Ev tozu akarları Küf Kurt Mantar Lejyonella Bakterisi	Sınırdaki Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinde	Orta(3)	Orta (3)	Dikkate Alınması Gereken Olası risk	(Risk olabilir) Bu riskler mümkün olduğu kadar çabuk ele alınarak, iyileştirme yapılmalı, azaltılmalı	Risk Yönetimi Yapılmalı
		..Üzerinde Yapı içi havasında, kirleticinin oranı sağlık açısından kabul edilebilir sınır değerinin üzerinde	Yüksek (4) Çok Yüksek (5)	Ciddi (4) Çok Ciddi (5)	Kabul Edilemez	Yüksek Risk Risk Var Bu risklere acil çözüm çalışması yapılmalı	Risk Yönetimi Yapılmalı

5. YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNDE RİSK YÖNETİMİ

Önceki bölümlerde yapılan tanımlamalardan yola çıkarak, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi için; risk yönetim modellemesinin ardından, ürün- risk ilişkisinin kurulması, yönetim seçeneklerinin belirlenmesi, karar verilmesi, uygulanması ve sonucun değerlendirmesinden oluşan yöntemler bütünü, tanımlaması yapılabilir.

Riski yönetmeye başlamadan önce risk çalışma sürecinin, ön adımlarını gerçekleştirmek gerektiğinden, yapı ürünlerinden kaynaklanan kirleticilerin neden olduğu sağlık sorunlarının /risklerin, ön analiz (ön araştırma) ve risk analizi sonuçlarına göre risk yönetimi yapılabilir. Şekil 5.1' de yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci akış şeması verilmektedir.



Şekil 5.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci akış şeması

5.1 Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Yönetim Modeli

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi süreci, yapı-yapı ürünleri-çevre-insan-yapı sağlığını birlikte ele alan bir yaklaşımdır. Bu nedenle risk yönetiminin yapı biyolojisini iyi bilen mimarların yöneticiliğinde, farklı birçok bilim dalından uzmanla birlikte yürütülmesi doğru sonuçları beraberinde getirecektir. Mimarların risk yöneticisi olduğu süreç de;

- Tasarımcılar (mimar, iç mimar ve peyzaj mimarları)
- Mühendisler (inşaat, makine, elektrik, kimya mühendisi)
- Yapı biyologları
- Yapı fiziği uzmanları (aydınlatma, akustik, vb)
- Yangın uzmanları
- Sağlık uzmanları
- Psikolog- Sosyologlar,
- Risk uzmanları
-

görev almalıdır.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetiminde, risk analizi sonucunda varılan olumsuz yargıdan yola çıkarak;

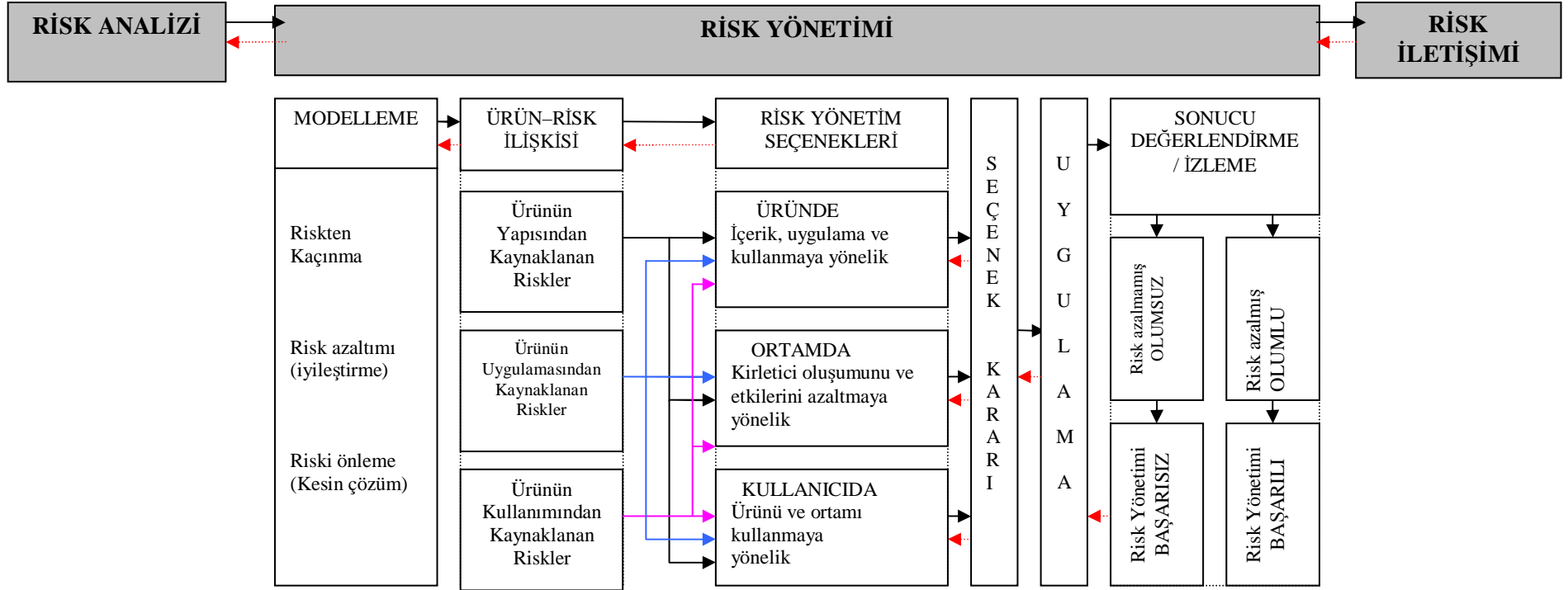
- **Ne yapılabilir?**
- **Olumsuz durum karşısında nasıl davranmalı?**
- **Önlemler neler olmalı?**

sorularına yanıt aranmalıdır. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riskler; ön analiz, risk analizi, risk yönetimi ve risk iletişimi ile risk yöneticileri tarafından yönetilmelidir. Risk yönetimi yapının ömrü boyunca, ürününün ilk kullanımından itibaren zaman ve koşulların etkisi sonucunda ürünün içeriğinden, uygulanmasından ve kullanılmasından kaynaklanabilen risklere göre uygulanmalı ve izlenmelidir.

Riski yönetebilmek için gereken bilgi ve veriler ön analiz ve risk analizinden sağlanmaktadır. (Bkz. Şekil 5.2). Risk yönetimi adımları için, incelenen modellerin (Sistematik risk yönetimi, Amerikan Başkanlık ve Amerikan Kongresi Risk Değerlendirme ve Risk Yönetimi Komisyonunun Risk Yönetim Modeli, Bureau- Veritas' ın risk önleme modeli, Haines, Spengler, Vural, Balanlı ve Öztürk, vb.). kullanılabilir adımlarından yararlanılacaktır. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin yönetimi için,

- Kirleticilerin değerlendirilebilmesi ve değerlendirilen kirleticilere ait sınır değerlerinin belirlenebilmesi için Spengler, Vural, Balanlı ve Öztürk' ün uyguladığı adımların uygulanabilir olduğu,
- Kirleticilerin kabul edilebilirliği ve sınıflandırılması ile ilgili olarak ABD asker standardı MIL-STD-882-B olarak bilinen programda risklerin kabul edilebilirlik düzeyi ile ilgili (Bkz. Çizelge 3.1, 3.2) yapılan sınıflamanın, yapı ürünlerine uyarlanarak kullanılabilceği,
- Balanlı ve Öztürk'ün çalışmasında (Şekil 4.4) olduğu gibi yönetimin ilk adımı olan sınıflandırmanın, değerlendirme adımı sonrasında yapılabileceği,
- Risklerin kabul edilip edilmemesi kararının genelde bütün modellerde yer aldığı,
- Seçeneklerin belirlenmesinin, değerlendirilmesinin modellerde ortak adımlardan olduğu,
- Uygulamanın ve sonucun değerlendirilmesinin de incelenen modellerde kullanıldığı ve önerilecek modelde de uygulanabileceği,
- Yönetim sonucunun risk iletişimi ile ilişkilendirilmesi adımının da uygulanabilir olduğu görülmüştür. Ancak;
- Önerilen modelde, risk yönetiminin ilk adımında modelleme yapılması,
- Karara göre ürün- risk ilişkisinin kurulması,
- Yönetim seçeneklerinin modellemeye göre oluşturulması,
- Uygulanacak risk yönetiminde; ürüne, ortama ve kullanıcıya yönelik kararların olması,
- Karar verilen yönetim seçeneğinin uygulanması,
- Sonucun değerlendirilmesi ve daha sonra da izlemenin yapılması,
- Geri beslemelerle adımların desteklenmesinin,

uygulanması gerekmektedir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi için önerilen modelin adımları Şekil 5.2' de verilmektedir.



Şekil5.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi adımları

5.1.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellemesi

Risklere karşı nasıl davranılacağı modelinin oluşturulduğu bu adım yönetim seçeneklerini de etkiler. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kirleticilerin neden olduğu risklerden kaçınma, kirlilik üreten yapı ürününün yapıda kullanılmaması ile sağlanabilir. Ancak bu her zaman mümkün olamamaktadır. Ürünün yerine kullanılacak başka bir ürün seçeneği olmadığı durumlarda ürün, zorunlu olarak yapıda kullanılmaktadır. Bu durumda kirlilik üretebilen yapı ürününde risklerin yönetilebilmesi için üründe, ürünün kullanıldığı ortamda ve ürünü kullanan kullanıcıda önlemlerin alınması gerekmektedir. Çizelge 5.1' de risk yönetim modellemesi verilmektedir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirleticilerinin neden olduğu sağlık risklerinin yönetiminde; riskten kaçınma, risk azaltımı (iyileştirme), riski önleme (kesin çözüm) yönelik modellemeler uygulanabilir. Modellemeler ile ilgili ayrıntılı bilgi için (Bkz. Bölüm 3.2.2.2).

5.1.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ürün-risk ilişkisi

Yapı ürünlerinden kaynaklanan ve yapı içi hava kirliliğine neden olan kirleticiler;

- Yapı ürünlerinin yapısından,
- Yapı ürünlerinin uygulamasından,
- Yapı ürünlerinin kullanılmasından,

kaynaklanabilmektedir. Bu nedenle risk yönetiminin bu adımında, ürün- risk ilişkisinin kurulması gerekmektedir. Çizelge 5.1' de ürün-risk ilişkisi verilmektedir.

Riskin nereden kaynaklandığının belirlenmesi, riskin doğru bir biçimde yönetilebilmesi için gereklidir. Ayrıntılı bilgi için (Bkz. Bölüm 4.3).

5.1.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim seçenekleri

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim seçenekleri;

- Ürüne yönelik risk yönetimi; yapı ürününün içeriğine, uygulanmasına ve kullanılmasına,
- Ortama yönelik risk yönetimi; ortamda kirleticinin oluşmasını önlemeye yönelik ve ortam içinde oluşmuş kirleticilerin etkilerini azaltmaya,
- Kullanıcıya yönelik risk yönetimi; kullanıcının ürünü ve ortamı kullanmasına,

yönelik olabilir. Çizelge 5.1' de risk yönetimi seçenekleri, Çizelge 5.2' de risk azaltımına, Çizelge 5.3' de de risk önlemeye yönelik örnekler verilmektedir.

5.1.3.1 Ürüne yönelik risk yönetimi

Üründen, yapı içine kirleticinin yayılması, kirleticinin oranı ve etkileme derecesi ürünün üretiminde kullanılan ya da daha sonra uygulanan, ürüne çeşitli özellikler kazandıran maddelere göre değişim gösterir. Ürünü bazı yönlerden olumlu etkileyen bu maddelerin, insan sağlığına olan olumsuz etkileri nedeniyle kullanımları azaltılmalı ya da zararsız maddeler kullanılmalıdır. Ürünün üretim sürecinde kullanılan zararlı maddelere kısıtlama/ yasaklama getiren düzenlemeler yapılmalıdır. Ayrıca aynı niteliğe sahip içerisinde insan sağlığına zararlı içerik bulunmayan farklı seçenek ürünlerin üretiminin, kullanımının özendirilmesi gerekmektedir. Kullanıcı da bu konuda bilinçlendirilmelidir.

5.1.3.2 Ortama yönelik risk yönetimi

Ortama yönelik risk yönetimi, yapı içinde kirleticilerin oluşmasını ve etkilenmeyi azaltmaya yönelik önlemlerle yapılabilir.

Yapı içinde kirleticilerin oluşmasını azaltmaya yönelik önlemler

Kirletici kaynağını yok ederek kirleticilerin ortaya çıkışını önlemek en etkili yöntemdir. Ürün içeriği ile ilgili önlemler yeterli değilse zararlı içerikli ürünlerin üretimi insan sağlığına karşın sürüyorsa bu tür ürünlerin kullanımının en aza indirmek gerekir. Bunun için ürünün biyolojik ve ekolojik özelliklerini bilmek gerekir. Ürün üreticilerinin ürettikleri ürünle ilgili her bilgiyi içeren etiketlendirme sistemini geliştirmeleri ürünlerin seçiminde karşılaştırma yapmayı kolaylaştıracaktır. Zararlı etkisi kesin olarak bilinen ya da şüpheli ürünlerin kullanılmaması ya da mümkün olduğu kadar az kullanılması yapı içi havasının kalitesi açısından etkili olacaktır. Ürünü yapı içine almadan önce kirliliği azaltma çalışmaları da yapılabilir. Bu çalışmalar,

- ✓ Yapıda kullanılan ürünlerin zararlı içerikli olmamasına, standartlara uygunluğuna özen gösterilmesi ve kullanıcıların kirleticiler ve sağlıklı konusunda bilgilendirilmeleri,
- ✓ Yapıda kullanılan ürünlerin, elde edildikleri yerler hakkında bilgi sahibi olunması ve sağlık için zararlı içerikli olan ürünlerin kullanmaması (radon, asbest haritalarını kullanmak),
- ✓ Kirlilik yapan ve kirletici taşıyan eşya, bitki, hayvan ve kullanıcıların yapı içine girişinin engellenmesi,
- ✓ Yapı ürünlerinde çok kullanılan asbest, benzen, formaldehit, vb kirleticilerin kullanımının sınırlandırılması ve bunların yerine değişik seçeneklerin geliştirilmesi,

- ✓ Kirlilik yayan ofis aygıtlarını yapı içine yerleştirirken bilinçli olunması, kullanıcıların yoğun olduğu yerlerden uzak ve havalandırılmış ortamlara yerleştirilmesi,
- ✓ Kaplama ürünlerinde gözenekli olmayanların seçilmesi, yumuşak döşemelerin ve yeni halıların iyice temizlenip havalandırılarak iç ortama alınması,
- ✓ Yapıya dışarıdan/ yeraltından sızan gazın girişinin azaltılması için yalıtım yapılması,
- ✓

gibi bir çok önlemi içerebilir.

Yapı içinde kirleticilerin etkilerini azaltmaya yönelik önlemler

Kirleticinin ortaya çıkması kaynak yok edilerek önlenemiyorsa, kirleticinin kullanıcı ile etkileşimini aza indirmek için gereken yöntemlerini araştırmak, uygulamak önem kazanır. Tasarım aşamasında insan sağlığı dikkate alınmadan ürün seçimi yapılmış ise kullanım aşamasında bunun olumsuz etkilerini azaltacak/ ortadan kaldıracak yöntemler uygulanmalıdır. Bu çalışmalar,

- ✓ Kirletici yayan ürünün başka bir ürünle kaplanarak kirliliğin yayılmasının önlemek, Örneğin asbestli ürünlerin liflere ayrışmasını önlemek için ürünü başka bir ürün ile kaplayarak, boyayarak, vb, kapatılarak (Balanlı ve Taygun, 2005) dış etkilerden etkilenmesin önüne geçilir.
- ✓ Ortamda oluşan kirlilik düzeyini düşürmek, seyreltmek için bunların etkili bir havalandırma ile dışarı taşınmasını sağlamak, yapı içinde radonlu ürün kullanılmış ise bu ürünün değişimi yapılabiliyorsa değiştirilmeli, değiştirilemiyorsa etkili doğal havalandırma ve hava akımı ile radonun yoğunluğunu azaltmak,
- ✓ Doğal havalandırmanın yeterli olmadığı ortamlarda yapay havalandırma sistemleri kullanması, filtre, radon azaltıcı ürünlerle içi ortamdaki kirleticilerin yok edilmesi / azaltılması,
- ✓ Uygun sıcaklık ve nem oranının sağlanması (sıcaklığın ve nemin gereğinden çok olması ortamdaki formaldehit oranını artırmaktadır),
- ✓ Ortamdaki formaldehit oranını azaltmak için amonyakla gazlandırma işlemi yapılması, havanın iyileştirmesi için yapılabilecek değişik bir uygulamadır (Ek, 1995),
- ✓ Elektronik aygıtların güneşle teması önlenmeli, ortama yerleştirilirken bilinçli olunmalı, bakım ve onarımları gereği gibi yapılmalı,
- ✓ Ortamın, ürünün temiz tutulması, silinmesi, tozdan arındırılması, nemli bırakılmaması, bakım onarımının gereği gibi yapılması gerekmektedir. Bunların yapılmaması kötü

kokuların oluşumuna, küf, mantar, kurtları çoğalmasına ürünün ve ortamın kullanılamaz duruma gelmesine neden olabilir.

- ✓ Eskiye ürünlerin yenileriyle değiştirilmesi de kirleticilerin etkisinin azaltmaya yardımcı olmaktadır,
- ✓ Mobilyalar ve ahşap ürünlerde oluşabilen kurt, küf ve mantarı önlemek için kullanılan kimyasal maddeler de yapı içinde kirlilik oluşmasına neden olmaktadır. Kirleticinin artmaması için nemi önlemek, ortamı etkili havalandırmak gerekir (Aksakal, Vaizoğlu ve Güler, 2005)
- ✓ Döşeme kaplaması, mobilya, doğrama, kaplamalarda kullanılan PVC, ısı artışı sonucunda bulunduğu ortama hidrojen klorür yayar. Bu kirletici de zehirli olup insan sağlığı için tehlikelidir (Balanlı ve Taygun, 2002). Bu nedenle bu ürünün üretiminin, kullanımının sınırlandırılması, kullanıcıların bilgilendirilmesi ve bu ürün yerine insan sağlığı için zararsız olan seçeneklerin kullanılması,
- ✓ Yapılarda yalıtımın doğru yapılmaması (ürün seçimi, uygulanmasının gerektiği gibi yapılmaması) nedeniyle nem oranı artmakta ve küfler oluşmaktadır. Yapının temel bodrum kat, çatı, çatı katı, kuzey cephesinde yalıtım dikkatli ve doğru yapılmalıdır, Küf ve nem önleyici boyalar kullanmak [39].

gibi bir çok önlemi içerir.

5.1.3.3 Kullanıcıya yönelik risk yönetimi

Kullanıcının ürünü ve ortamı kullanmasına yönelik alınabilir. Yapı ürününü kullanan kullanıcıda alınabilecek iyileştirici önlemler, kullanıcının bilgilendirilmesi, duyarlılığının artırılması, bilinçlendirilmesi, vb olabilir.

Yönetim seçeneklerinde; seçeneklerin öncelik sırasını, yapılabilecek artırımı (tasarruf), oluşacak maliyeti, sağlık güvenliğinden ödün vermeden gerçekleştirmek gerekir Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğini azaltmaya/ iyileştirmeye yönelik alınabilecek önlem seçenekleri sıralandıktan sonra, hangi seçeneğin önce uygulanması gerektiği kararı verilmelidir. Öncelik sırasında;

- ✓ Riskin ortadan kaldırılması (ürünü yapı içinde kullanmama),
- ✓ Riskli ürünün yerine risksiz ya da daha az riskli ürünün konulması
- ✓ Kullanmama ya da başka ürün seçeneği uygulanamıyor ise risk kaynağının yalıtımı yapılması, etkilenen kullanıcı sayısının, etkilenme süresinin azaltılması(geçici kullanım), ve kirleticinin yoğunluğunun azaltılması (doğal-yapay havalandırma),
- ✓ Yönetimsel önlemlerin alınması, kişisel korunma yapılması, olabilir.

Çizelge 5.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellemesi ve risk yönetim seçenekleri

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLETİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		RİSK YÖNETİM KARARI	RİSK YÖNETİM MODELLEMESİ	ÜRÜN-RİSK İLİŞKİSİ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	Benzen Butadin Formaldehit Hekzan Kloroform Ksilen Sterain Tolüen	RİSK YÖNETİMİ YAPILMALI	Riskten Kaçınma Risk Azaltımı (İyileştirme) Riski Önleme (Kesin Çözüm) 	Ürünün Yapısından Kaynaklanan Riskler	ÜRÜNDE (İçerik, Uygulama ve, Kullanmaya Yönelik)		
	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)						
KULLANICIDA (Ürünü ve Ortamı Kullanmaya Yönelik)							
ZARARLI DOĞAL GAZLAR	Radon Ozon			RİSK YÖNETİMİ YAPILMALI	Riskten Kaçınma Risk Azaltımı (İyileştirme) Riski Önleme (Kesin Çözüm) 	Ürünün Uygulamasından Kaynaklanan Riskler	ÜRÜNDE (İçerik, Uygulama ve, Kullanmaya Yönelik)
	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)						
KULLANICIDA (Ürünü ve Ortamı Kullanmaya Yönelik)							
YANMA ÜRÜNLERİ	Karbonmonoksit Karbondioksit Azotdioksit Kükürtdioksit	RİSK YÖNETİMİ YAPILMALI	Riskten Kaçınma Risk Azaltımı (İyileştirme) Riski Önleme (Kesin Çözüm) 			Ürünün Kullanılmasından Kaynaklanan Riskler	ÜRÜNDE (İçerik, Uygulama ve, Kullanmaya Yönelik)
	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)						
	KULLANICIDA (Ürünü ve Ortamı Kullanmaya Yönelik)						

Çizelge 5.1 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellemesi ve risk yönetim seçenekleri(devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLETİCİLER (PARÇACIKLAR)		RİSK YÖNETİM KARARI	RİSK YÖNETİM MODELLEMESİ	ÜRÜN-RİSK İLİŞKİSİ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ
ASILI PARÇACIKLAR	Asbest Kurşun	RİSK YÖNETİMİ YAPILMALI	Riskten Kaçınma Risk Azaltımı (İyileştirme) Riski Önleme (Kesin Çözüm)	Ürünün Yapısından Kaynaklanan Riskler	ÜRÜNDE (İçerik, Uygulama ve, Kullanmaya Yönelik)
	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)				
ORGANİZMALAR	Ev tozu akarları Küf Kurt Mantar Lejyonella Bakterisi 	RİSK YÖNETİMİ YAPILMALI	Riski Önleme (Kesin Çözüm)	Ürünün Uygulamasından Kaynaklanan Riskler	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)
	ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)				
	KULLANICIDA (Ürünü ve Ortamı Kullanmaya Yönelik)				
				Ürünün Kullanılmasından Kaynaklanan Riskler	ÜRÜNDE (İçerik, Uygulama ve, Kullanmaya Yönelik)
					ORTAMDA (Kirlenici Oluşumunu ve Etkilerini Azaltmaya Yönelik)
					KULLANICIDA (Ürünü ve Ortamı Kullanmaya Yönelik)

Çizelge 5.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk azaltılmasına (iyileştirme) yönelik risk yönetim seçenekleri- örnek çalışma

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	BENZEN	Boya, vernik, cila Çözücüler Ahşap ürünler (İşlem görmüş) Yapıştırıcılar Sentetik kumaşlı mobilyalar (Yapı içi donanım bileşeni)	Standartlara uygun ürünler kullanmak Benzen içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak Bağlayıcılar kullanarak iç ortama yayılmayı önlemek ve bu işlemi aralıklı olarak tekrarlamak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	FORMALDEHİT	Sıkıştırılmış ahşap ürünler Beton, çimento, sıva Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Koruyucular (yalıtım ürünleri) Birleştiriciler (yapıştırıcılar) Halı, halı yapıştırıcıları, bazı kaplama ürünler Yalıtım ürünleri (Köpük şeklinde olanlar) Plastikler Ofis aygıtları Duvar kağıdı, laminant döşeme ve yapıştırıcılar Gaz döşem sistemi, ısıtma ve pişirme	Standartlara uygun ürünler kullanmak Formaldehit içermeyen ürünleri seçmek Ürünün dış yüzeyine kaplama yapılarak formaldehitin ayrışmasını önlemek	Doğal havalandırmayı artırmak Bağlayıcılar kullanarak iç ortama yayılmayı önlemek ve bu işlemi aralıklı olarak tekrarlamak Amonyum karbonat ile gazlandırma yaparak formaldehiti bağlamak Amonyum karbonat ile gazlandırma yaparak formaldehiti bağlamak Dış yüzeye kaplama yapılarak formaldehitin ayrışmasını önlemek	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	KSİLEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Çözücüler, yapıştırıcılar, Ofis aygıtları	Standartlara uygun ürünler kullanmak Ksilen içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması

Çizelge 5.2.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk azaltılmasına (iyileştirme)yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	METİL KLORÜR	Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cilalar Çözücüler	Standartlara uygun ürünler kullanmak Metil Klorür içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	STEARİN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Koruyucular (yalıtım ürünleri) lifli ve köpük Boya, vernik, cilalar Çözücüler, yapıştırıcılar İşlem görmüş ahşap ürünler Ofis aygıtları	Standartlara uygun ürünler kullanmak Stearin içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	TOLÜEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) İşlem görmüş ahşap ürünler Çözücüler, yapıştırıcılar Birleştiriciler (macunlar) Ofis aygıtları	Standartlara uygun ürünler kullanmak Tolüen içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması

Çizelge 5.2.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk azaltılmasına (iyileştirme) yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
ZARARLI DOĞAL GAZLAR	RADON	Sağlık döşem bileşenleri, su Radon içeren yapı ürünleri (granit, beton, tuğla, taş, toprak, alçı, agrega, vb. Kaynağı yeraltından elde edilen ürünler	Standartlara uygun ürünler kullanmak Radonlu bölgelerden elde edilen ürünleri kullanmamak Radon içermeyen ürünleri seçmek Radonlu ürünü değiştirmek	Doğal havalandırmayı artırmak Ters basınç işlemi yapmak Ortamın radon ölçümlerini düzenli olarak yaptırarak radon seviyesinin kontrol altına alınabilmesini sağlamak Yalıtım yapmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	OZON	Ofis aygıtları, fotokopi makineleri İklimlendirme sistemi bileşeni, elektro hava temizleyicileri	Standartlara uygun ürünler kullanmak Ozon içermeyen ürünleri seçmek	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
YANMA ÜRÜNLERİ	KARBON MONOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, havalandırmasız kerosen ısıtıcılar, gaz sobaları, odun sobaları, şömineler vb.	Yanma sonucu ortaya çıktığından, yanmasına engel olan ürünlerin kullanılması	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
	KARBON DİOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar	Yanma sonucu ortaya çıktığından, yanmasına engel olan ürünlerin kullanılması	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması Kirlilik yapan bitkileri geceleri bulunduğu ortamdan uzaklaştırmalı

Çizelge 5.2.Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk azaltılmasına (iyileştirme)yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR BUHARLAR ve PARÇACIKLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
YANMA ÜRÜNLERİ	KÜKÜRT DİOKSİT	İklimlendirme sistemi bileşeni, ısıtıcılar, sobalar kömür ve akaryakıt yanması vb.	Yanma sonucu ortaya çıktığından, yanmasına engel olan ürünlerin kullanılması	Doğal havalandırmayı artırmak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması
ASILI PARÇACIK	ASBEST	Yalıtım ürünleri Döşeme ve tavan kaplamaları Duvar panelleri, sıva, bozulmuş eski asbest içerikli yalıtım vb.	Standartlara uygun ürünler kullanmak Asbest içermeyen ürünleri seçmek Asbestli ürün kullanımını yasaklamak Asbestli ürünü dokunmadan başka bir ürünle kaplamak	Doğal havalandırmayı artırmak Asbestin parçalanarak liflerinin havaya dağılmasını engellemek	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması Asbestli ürün kullanmama bilinci Asbestli ürünü dikkatli kullanma bilinci
ORGANİZMALAR	Ev tozu akarları Kurt Küf, Mantar Lejyonella bakterisi	Bakımı ve temizliği gereği gibi yapılmamış, iklimlendirme sistemleri bileşenleri, klimalar, havalandırma kanalları, ıslak ve nemli gereği gibi temizlenmeyen mutfak, banyo, wc, buzdolabı, nemlenmiş ve daha sonra küflenmiş duvar, döşeme vb	Standartlara uygun ürünler kullanmak Organizmaların üremesine engel olan ürünleri seçmek Ürünün temizliğinin ve bakım-onarımının düzenli olarak yapılması Eski ürünün yenisiyle değiştirilmesi	Doğal havalandırmayı artırmak Ortamın temizliğinin düzenli olarak yapılması Ortamı ıslak, nemli bırakmamak, kurutmayı sağlamak	Kullanıcının ürünü ve ürünün bulunduğu ortamı kullanma bilincinin artırılması

Çizelge 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik risk yönetim seçenekleri-örnek çalışma

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	BENZEN	Boya, vernik, cila Çözücüler Ahşap ürünler (İşlem görmüş) Yapıştırıcılar Sentetik kumaşlı mobilyalar (Yapı içi donanım bileşeni)	Benzen içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Benzen içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
	FORMALDEHİT	Sıkıştırılmış ahşap ürünler Beton, çimento, sıva Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Koruyucular (yalıtım ürünleri) Birleştiriciler (yapıştırıcılar) Halı, halı yapıştırıcıları, bazı kaplama ürünler Yalıtım ürünleri (Köpük şeklinde olanlar) Plastikler Ofis aygıtları Duvar kağıdı, laminant döşeme ve yapıştırıcılar Gaz döşem sistemi, ısıtma ve pişirme	Formaldehit içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Formaldehit içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
	KSİLEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cila (solvent içerikli) Çözücüler, yapıştırıcılar, Ofis aygıtları	Ksilen içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Ksilen içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması

Çizelge 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
UÇUCU ORGANİK BİLEŞİKLER (VOCs)	METİL KLORÜR	Mobilyalar (sentetik kumaşlı) Boya, vernik, cilalar Çözücüler	Metilen-Klorür içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Metilen-Klorür içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdaki uzaklaştırılması
	STEARİN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Koruyucular (yalıtım ürünleri) lifli ve köpük Boya, vernik, cilalar Çözücüler, yapıştırıcılar İşlem görmüş ahşap ürünler Ofis aygıtları	Stearin içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Stearin içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdaki uzaklaştırılması
	TOLÜEN	Döşeme kaplamaları (vinil, ahşap, halı) Duvar ve tavan kaplamaları (alçı levha, sıva, duvar kağıdı) Mobilyalar (sentetik kumaşlı) İşlem görmüş ahşap ürünler Çözücüler, yapıştırıcılar Birleştiriciler (macunlar) Ofis aygıtları	Tolüen içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Tolüen içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdaki uzaklaştırılması

Çizelge 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RISK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
ZARARLI DOĞAL GAZLAR	RADON	Sağlık döşem bileşenleri, su Radon içeren yapı ürünleri (granit, beton, tuğla, taş, toprak, alçı, agrega, vb. Kaynağı yeraltından elde edilen ürünler	Radon içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Radon içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
	OZON	Ofis aygıtları, fotokopi makineleri İklimlendirme sistemi bileşeni, elektro hava temizleyicileri	Ozon içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Ozon içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
YANMA ÜRÜNLERİ	KARBON MONOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar, havalandırmasız kerosen ısıtıcılar, gaz sobaları, odun sobaları, şömineler vb.	Karbon monoksit içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Karbon monoksit içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
	KARBON DİOKSİT	Bacalar, iklimlendirme sistemi bileşeni ısıtıcılar	Karbon dioksit içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Karbon dioksit içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması

Çizelge 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik risk yönetim seçenekleri (devam)

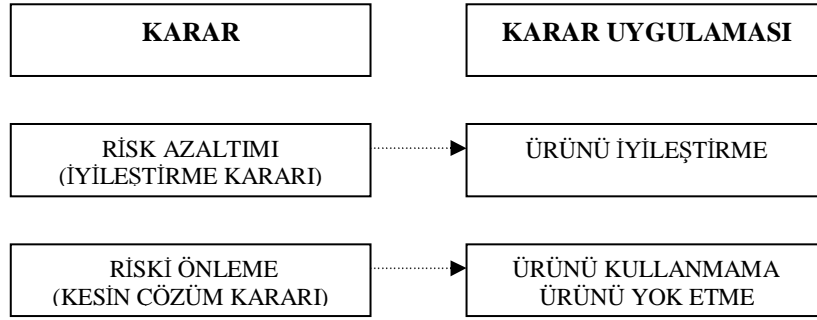
YAPI ÜRÜNÜNÜN İÇERDİĞİ KİRLİTİCİLER (GAZLAR ve BUHARLAR)		KİRLİLİĞE NEDEN OLAN YAPI ÜRÜNÜ	RİSK YÖNETİM SEÇENEKLERİ		
			ÜRÜNDE	ORTAMDA	KULLANICIDA
YANMA ÜRÜNLERİ	KÜKÜRT DİOKSİT	İklimlendirme sistemi bileşeni, ısıtıcılar, sobalar kömür ve akaryakıt yanması vb.	Kükürt dioksit içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Kükürt dioksit içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
ASILI PARÇACIK	ASBEST	Yalıtım ürünleri Döşeme ve tavan kaplamaları Duvar panelleri, sıva, bozulmuş eski asbest içerikli yalıtım vb.	Asbest içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Asbest içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması
ORGANİZMALAR	Ev tozu akarları Kurt Küf, Mantar Lejyonella bakterisi	Bakımı ve temizliği gereği gibi yapılmamış, iklimlendirme sistemleri bileşenleri, klimalar, havalandırma kanalları, ıslak ve nemli gereği gibi temizlenmeyen mutfak, banyo, wc, buzdolabı, nemlenmiş ve daha sonra küflenmiş duvar, döşeme vb	Organizmaları içeren ürünü yapıdan dışarı çıkarmak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği varsa onunla değiştirmek Ürünü, yok etmek	Organizmaları içeren ürünü ortamda kullanmamak Daha sağlıklı başka ürün seçeneği yoksa ortamı sürekli kullanmamak	Kullanıcıya tehlike uyarılarının yapılması Kullanıcının üründen ve ortamdan uzaklaştırılması

5.1.4 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi kararları

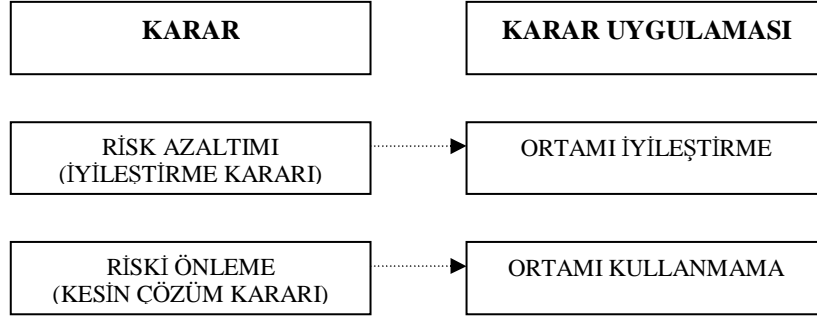
Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerin yönetimi için; üründe, ortamda ve kullanıcıda yönetim ile ilgili kararların alınması gerekmektedir. Risk azaltımı (iyileştirme) ve riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik üründe, ortamda ve kullanıcıda alınabilecek kararlar Şekil 5.3, 5.4, 5.5' de verilmektedir.

5.1.5 Risk yönetiminde seçenek kararının uygulanması

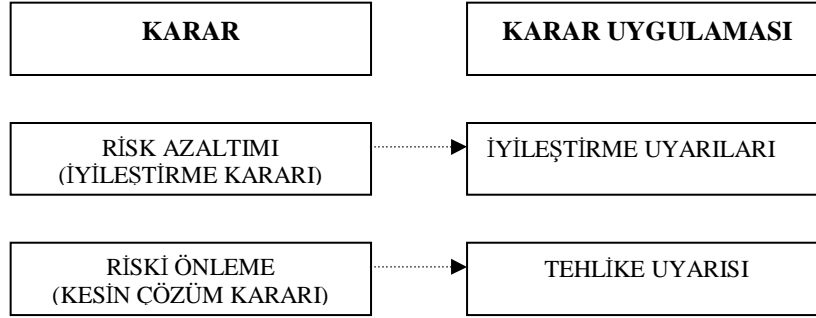
Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde öncelikle risk azaltımına (iyileştirme) yönelik, karar verilen seçenekler (Çizelge5.2) uygulanır, buna rağmen risk azaltılamıyorsa kesin çözüm seçenekleri (Çizelge 5.3) uygulanır. Kullanıcının daha çok zarar görmemesi için ürün kullanılmaz en kısa sürede yapıdan çıkarılır/ yok edilir. Ortam kullanılmaz gerekirse yıkılır. Risk azaltımı (iyileştirme) ve riski önlemeye (kesin çözüm) yönelik üründe, ortamda ve kullanıcıda alınabilecek kararlar Şekil 5.3, 5.4, 5.5' de verilmektedir.



Şekil 5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin üründe yönetim kararı uygulaması



Şekil 5.4 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin ortamda yönetim kararı uygulaması



Şekil 5.5 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin kullanıcı sağlığı üzerindeki risklerinin kullanıcıda yönetim kararı uygulaması

5.1.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi sonucunun değerlendirilmesi ve izlenmesi

Risk yönetiminin bu son adımında, yapılan yönetimin sonucu değerlendirilir. Eğer risk azalması sağlanabilmiş ise yönetim başarılı, sağlanamamışsa yönetim başarısız sonucu çıkarılır. Bu durumda geri besleme yapılarak, eksik ya da gözden kaçan durumlar belirlenir ve yönetim yinelenir. Zaman ve koşullara bağlı olarak risklerde oluşabilecek değişiklikler, izleme yapılarak denetimin sürekliliği sağlanır. Çizelge 5.4' de risk yönetiminin sonuç değerlendirmesi verilmektedir.

Çizelge 5.4 Risk yönetiminin sonuç değerlendirmesi

RİSK YÖNETİMİ ÖNCESİ	RİSK YÖNETİMİ SONRASI	DEĞERLENDİRME
Sağlık riski Var	Sağlık riski azalmış	Yönetim başarılı
	Sağlık riski azalmamış	Yönetim başarısız, yeniden gözden geçirilmeli

5.2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk iletişimi

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk iletişimi; risk adımları arasındaki bilgi akışını sağlar. Risk süreci sonucunda elde edilen sonuçlar, kurumlar, yazılı ve görsel basın aracılığıyla topluma ulaştırılarak bilgilendirme sağlanır.

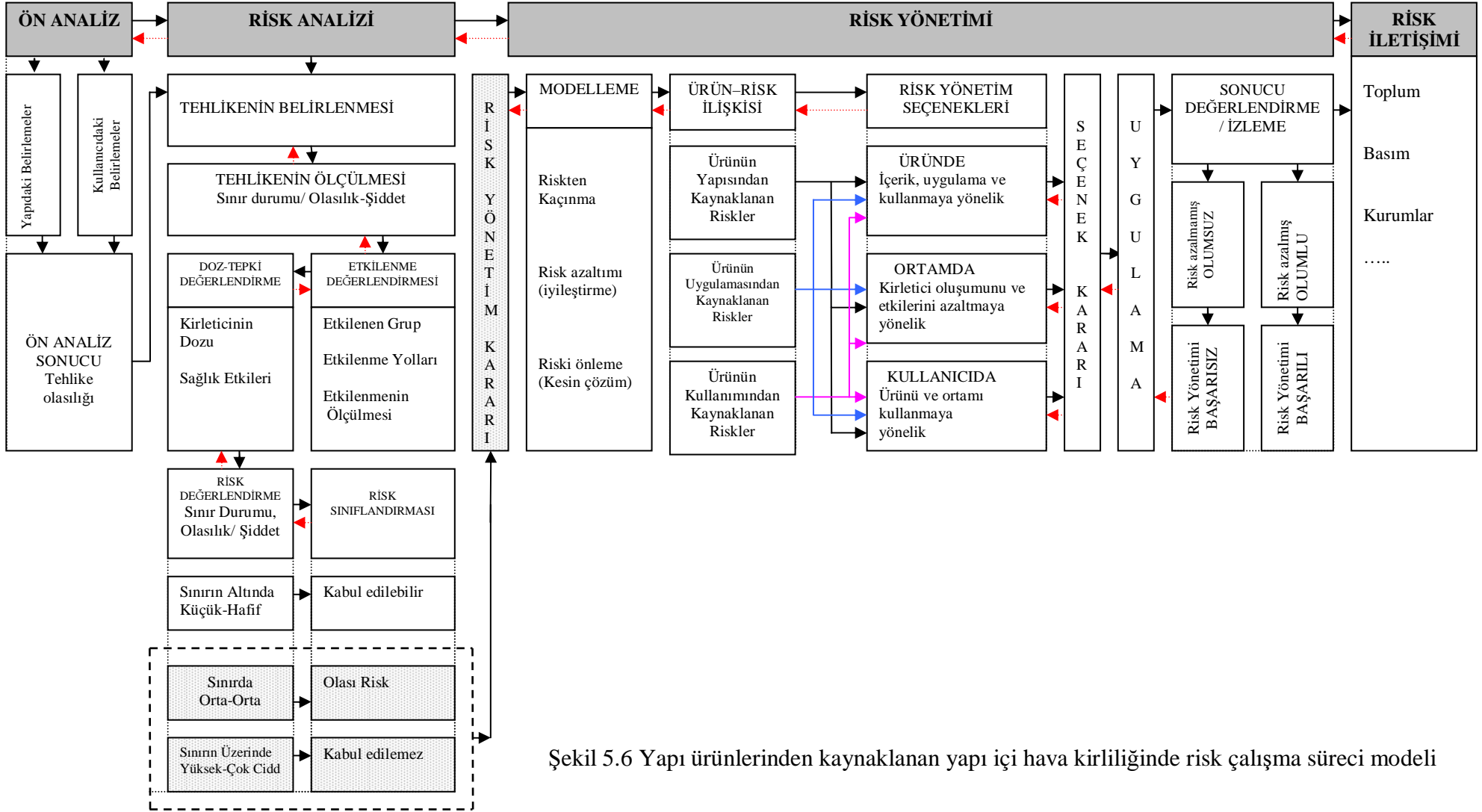
5.3 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modeli önerisi

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci verilen adımlarla uygulanabilir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modeli;

- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analizi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk analizi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk yönetimi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk iletişimi,

olmak üzere dört ana adımdan oluşmaktadır. Bu adımların birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 5.6' da verilmiştir.

Modelin ön analiz adımına yönelik örnek çalışma ile Ek A' da verilmiştir.



Şekil 5.6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modeli

6. SONUÇ

Kullanıcının temel gereksinimi, sağlıklı olarak yaşamını sürdürebilmektir. Yaşamının büyük bölümünü geçirdiği yapma çevrelerde barınma gereksinmesi karşılanırken aynı zamanda sağlıkları için uygun koşulların da oluşturulması gerekmektedir. Yapı içerisindeki hava kalitesinin sağlanması da bu koşullardan birisidir. Kirlilik, bir ya da daha çok sayıdaki kirleticinin ortamı kullananların yaşantısını olumsuz yönde etkileyecek oranda birikmesi ile oluşur, yapının dışından ve içinden etkilenir. Doğal ve yapay kirleticilerin etkisiyle, yapı dışında ve içinde oluşan kirlilik yapı içi havasında, insan sağlığını olumsuz etkileyerek risk oluşturabilmektedir. Yapı, dış çevresinde oluşan (ulaşım araçlarından yayılan gazlar, polenler, is, duman, yapı yakınındaki diğer kirletici kaynakları, vb) kirliliklerden etkilenirken, yapı içi havası da;

- Kullanıcıların biyolojik yapısından,
 - Kullanıcı eylemlerinden ve
 - Yapıyı fiziksel olarak oluşturan yapı ürünlerinden (gereç, parça, bileşen, öge, birim)
- kaynaklanan kirleticilerden etkilenmektedir. Her kirleticinin sağlık etkisi farklı olmaktadır. Bunda kirleticinin türü, yoğunluğu, kullanıcının sağlık durumu, etkilenme süresi vb etkilidir. Yapı ürünlerinden kaynaklanan ve yapı içi hava kirliliğine neden olan kirleticiler;

- Yapı ürünlerinin içeriğinden,
- Yapı ürünlerinin uygulamasından,
- Yapı ürünlerinin kullanılmasından,

kaynaklanabilmektedir.

Çalışma sunulurken yapı ürünleri-yapı içi hava kirliliği, insan sağlığı ilişkisi, risk, risk analizi, risk yönetimi, yapılmış risk modelleri, yapı ürünlerinden kaynaklanan risk, konularından söz edilmiş ve önerilen modelin adımları verilmiştir. Ön analizde, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikelerin neler olabileceği ve risk analizi için veriler belirlenir. Risk analizinde, tehlike belirlendikten sonra ölçülebiliyorsa gerekli ölçümler yapılır. Etkilenme ve doz-tepki değerlendirilmesi yapıldıktan sonra sınır değerler ve olasılık şiddete göre sınır değerde/ orta-orta ya da sınır değer üzerinde/ yüksek- çok ciddi olan kirlilik düzeyi ve buna neden olan kirletici için olası risk ve kabul edilemez risk sınıflandırması yapılır. risk yönetimi kararı verilir. Uygulanacak risk yönetimi için modelleme yapılır. Riskin yapı ürününün içeriğinden, uygulamasından ya da kullanılmasından kaynaklandığının belirlenmesi ile ürün- risk ilişkisi kurulur. Ürün, ortam ve kullanıcıya yönelik yönetim

seçenekleri belirlenir. Karar uygulanır ve uygulamanın sonucu değerlendirilir. Sonuç olumsuz ise geri besleme yapılır, adımlar tekrarlanır.

Kullanım evresinde yapı ürününün içeriğinden, uygulamasından ve kullanılmasından kaynaklanabilen yapı içi hava kirliliğindeki risklerin yönetimini kapsayan bu çalışmada oluşturulan **Yapı Ürünlerinden Kaynaklanan Yapı İçi Hava Kirliliğinde Risk Yönetim Modeli,**

- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analizi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk analizi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk yönetimi,
- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk iletişimi,

olmak üzere dört adımdan oluşmaktadır

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinin, insan sağlığı üzerinde risk oluşturduğu bu risklerin yönetilebileceği varsayımı ile yola çıkılan çalışmada öncelikle bu konuda yapılmış çalışmalar incelenerek, değerlendirmeler yapılmış ve önerilen modelin adımları belirlenmiştir. Bunlar,

1. Adım-Yapı ürünlerinde kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analizi,

Adım 1a-Yapıdaki belirlemeler

Yapının tanımı, Yapının kimliği, işlevi (Ek D),

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi (EK E)

Yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi (Ek G)

Yapı ürünlerinin belirlenmesi, Yapı ürünlerinde oluşan değişikliklerin belirlenmesi, tehlikelerin kestirilmesi, (Ek H),

Adım 1b-Kullanıcıdaki belirlemeler

Kullanıcının tanımı, (Ek C),

Kullanıcıdaki değişiklikler

Kullanıcıya yönelik denetim listesi (Ek F)

Adım 1c-Ön Analiz Sonucu,

Yapı ürünlerinden kaynaklanan olası tehlikelerin belirlenmesi

2.Adım-Yapı ürünlerinde kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk analizi,

Adım 2a- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin belirlenmesi

Adım 2b- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikenin ölçülmesi
(Sınır değerler için Bkz. Çizelge 2.6, Olasılık/ Şiddet Çizelge 3.1, 3.2, 3.3, 3.4)

Adım 2c-Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde etkilenme, değerlendirmesi
(etkilenme yolları, etkilenen grup, etkilenmenin ölçülmesi, Denklem 4.1, 4.2)

Adım 2d-Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kullanıcı-doza tepki değerlendirmesi (kirlenici dozu, sağlık etkileri)

Adım 2e-Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk değerlendirilmesi
(Sınır değerler için Bkz. Çizelge 2.6),

Adım 2f- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk sınıflandırması (kabul edilebilir/ olası risk/ kabul edilemez)

Adım 2g- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi havası risk nitelendirilmesi, Karar Denklem 4.3, 4.4, 4.5 ve 4.6

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk analizinde sınır değerde ve üzerinde olan kirleniciler için yapılan etkilenme ve doz-tepki değerlendirmesi sonucunda varılan olumsuz yargı, risklerin yönetilmesini gerektirmektedir. Bu adımdan sonra yönetim başlar.

3- Yapı ürünlerinde kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk yönetimi

Adım 3a- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modellemesi
(Riskten kaçınma, risk azaltımı (iyileştirme), Riski önleme (kesin çözüm), vb),
(Çizelge 5.1)

Adım 3b-Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde ürün-risk ilişkisi

Ürünün yapısından kaynaklanan risk
Ürünün uygulamasından kaynaklanan risk
Ürünün kullanılmasından kaynaklanan risk

Adım 3c- Risk yönetim seçeneklerinin belirlenmesi (Çizelge 5.2, 5.3),

Üründe risk yönetimi
Ortamda risk yönetimi
Kullanıcıda risk yönetimi

Adım 3e- Karar verilmesi (Şekil 5.3, 5.4, 5.5)

Adım 3f- Kararların uygulanması

Adım 3g- Sonucun değerlendirilmesi/ İzlenmesi (Çizelge 5.4)

4- Yapı ürünlerinde kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk iletişimi

Risk çalışma sürecinin adımları ile elde edilen bilgilerin iletimi

adımlarından oluşmaktadır. Bu adımların birbirleri ile olan ilişkileri Şekil 5.6' da verilmiştir (Bkz. Şekil 5.6).

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi sonucunda riskler azaltılabilecek, iyileştirebilecek ya da ortadan kaldırılabilecektir. Dolayısıyla yapı içi havasının, kullanıcılar için sağlık bakımından güvenilirliği ve kullanıcı memnuniyeti artacaktır. Sağlık riski taşıyan yapıların sayısı azalacak, ortamlar daha sağlıklı olabilecektir. Yapı ürününde, kullanımla beraber zaman, koşullardan dolayı içeriğinden, uygulanmasından ve kullanılmasından dolayı ortaya çıkan kirlilikler, kullanıcılar için risk olabilmektedir. Dolayısıyla başlangıçta risksiz olan ürün, riskli hale gelebilmektedir. Bu nedenle riskler oluşunca yönetilmeli, sürekli iyileştirilmelidir. Bu amaçla düzenlenen model yapı kullanıldığı sürece var olan ya da oluşabilecek risklerin yönetilebilmesi için kullanılabilecektir.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği risk yönetim modelinin işlerliği ve daha sonra yapılacak çalışmalara kaynak olması açısından;

- Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetim modelini uygulayacak çalışma takımının oluşturulması,
- Yapı kullanıcıları, üreticileri ve uygulayıcıların yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinden kaynaklanan riskler konusunda bilinçlendirilmeleri,
- Yapı ürünlerinin içeriğinden, kullanılmasından, uygulanmasından kaynaklanan risklerin /sağlık sorunlarının önlenmesi için kirleticilere yönelik bilgilerin tasarım aşamasında veri olarak kullanılması,
- Yapı ürünlerini üreten, uygulayan ve kullananların yapı ürünlerinden kaynaklanabilen risklere neden olmamaları için yasalar, standartlar, şartnameler, vb; ürün üretimi, kullanımı ve seçimiyle ilgili kararlarda sınırlayıcı ya da yol gösterici olması,
- Önlemlerin yapılarda uygulanmasının sağlanabilmesi için teşvik ve yaptırımların olması, önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aksakal, N., Vaizoğlu, A.S., Güler, Ç., (2005), “Mobilyalardaki Kimyasallar ve Sağlık Etkileri ”, Sted, Cilt,14, Sayı, 12, ss:268-272.
- Al-Bahar ,J.F. ve Crandall, K. C., (1990), “Systematic Risk Management Approach for Construction Projects” Journal of Construction Engineering and Management V.116.3.
- Aldrich, T., Griffith ,J.,Gustafson,R ve Graber,D.,(1993), “Public Communication, Participation,Risk Management”, Environmental Epidemiology and Risk Assessment ,Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 240-258.
- Andaç, M.,(2004), “ Risk Analizi ve Yönetimi ”, TUDEV .
- Andrews, J.D.ve Moss, T.R., (2002), Reliabilite ve Risk Assessment, Professional Engineering Publishing,London.
- Ansell, Jake, Frank Warton.,(1992), Risk:Risk Analysis, Assessment and Management, John Wiley and Sons.
- Arıoğlu,N.,(1993), Yapı Ürünlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, Doktora Tezi, YTÜ FBE, İstanbul.
- Arman,T.,(1997), Risk Analizine Giriş, Alfa Yayıncılık, İstanbul.
- Asante-Duah, D.K.,(1993), Hazardous Waste Risk Assessment, Lewis Publishers, Florida.
- ASHRAE., (1998), ASHRAE Temel El Kitabı–Çevre Sağlığı, (Çeviren., N . Demircioğlu ve M. Toksoy), Teknik Yayıncılık, İstanbul.
- Aydeniz,E.Ş.,(2008), İşletmelerde Gelecek (Futures) ve Opsiyon Sözleşmeleri ile Risk Yönetimi, Arıkan Yayıncılık, İstanbul.
- Başgöl, A.,(2004), “Akut Karbonmonoksit Zehirlenmesi,” Toksikoloji Dergisi, Vol.No,2 (3),Temmuz-July2004, ss.37-43.
- Balanlı, A.,(1990), “Yapı Malzemelerinin Özellikleri,” Yapı Malzemesi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Yapı Elemanları ve Malzemeleri Bilim Dalı, İstanbul.
- Balanlı,A.ve Öztürk ,A.,(1995), “ Yapının İç ve Dış Çevresinin Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde Düzenlenen Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İzmir, ss.43-56.
- Balanlı,A.,(1997),Yapıda Ürün Seçimi, Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Balanlı,A.ve Öztürk,A.,(1998), “Yapı Biyolojisi, Mimarlık ve Çevre Hekimliği”,Uluslararası Katılımlı 1.Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, 8-12Aralık 1997, Ankara.
- Balanlı,A.ve Öztürk,A.,(2005), “Lejyonellosis’in Yapı Biyolojisi Açısından İrdelenmesi”, Mimarlık-Dekorasyon, Şubat 2005,ss.20-22.

Balanlı,A.ve Tuna Taygun,G.,(2002), “Polivinil Klorürün Çevreye Etkilerinin Yapı Biyolojisi açısından İrdelenmesi”,1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi,Kongre Bildirileri,II,9-13 Ekim 2002, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi,İstanbul, ss. 403-413.

Balanlı,A.,Vural, M., Tuna Taygun,G.,(2004), “Yapı Ürünlerindeki Radonun Yapı Biyolojisi Açısından Değerlendirilmesi”, 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi,Kongre Bildirileri, 6-8 Ekim 2004. TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, ss. 378-386 .

Balanlı,A.,Vural, M.,(2005), “Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma”,Megaron, İstanbul.

Balanlı,A.,ve Tuna Taygun,G.,(2005a), “ Yapı Biyolojisi ve Asbest ”, Mimar. İstanbul,Haziran 2005,ss.107-110.

Balanlı,A.,ve Tuna Taygun,G.,(2005b), “Türkiye’de Çevre Sorunu Olarak Asbest ve Erionit”, Eko Teknolojiler ve Ekolojik Yerleşimler, Uluslar arası Sempozyum,14-15 Kasım 2005,Goethe-Institut İstanbul, YTÜ, İstanbul.

Balanlı,A.,Vural, M., Tuna Taygun,G.,(2006), “Yapı Ürünlerindeki Formaldehitin Yapı Biyolojisi Açısından Değerlendirilmesi”, 3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi,Kongre Bildirileri, 15-17 Kasım 2006. TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi, İstanbul, ss. 430-438 .

Balanlı,A.ve Öztürk,A.,(2006), Yapı Biyolojisi Yaklaşımlar, YTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü, Üniversite Yayın No: YTÜ.MF.YK-06.0759, Fakülte Yayın No:MF.MİM-06.002, İstanbul.

Berk, N.,(1992), Sigortacılıkta Risk Yönetimi, Emek Sigorta, İstanbul

Bolgün,K.E.,ve Akçay,M.B.,(2005), Risk Yönetimi, 2. Baskı, Scala Yayıncılık, İstanbul.

Bolak,M.,(2004),Risk ve Yönetimi, Birsen Yayınevi, İstanbul.

Bureau Veritas., (2001), Risk Değerlendirme Eğitim Notları, Ankara.

Burge, P.S.,(2004), “Sick Building Syndrome”,Occupational and Environmental Medicine, 2004; 61, pp.185-190.

Burr,M.L.,(2000), Combustion Products,29.3-29.25, Indoor Air Quality Handbook, J.D. Spengler, J.M.Samet ve J.F. McCarty, (Derl.), McGraw-Hill, New York.

Brown,S.K.,(1999),“Chamber assessment of formaldehyde and VOC emissions from wood-based panels ”, Indoor Air 9, pp. 209-215.

Chang, J.S., Chang, R. Fortmann, N. Roache and H.C.Lao., (1999) “ Evaluation of low-VOC paints”, Indoor Air 9, pp. 253-258.

Chen, A.and E.L.Vine., (1999), “ A scoping study on the cost of indoor air quality illnesses:an insurance loss reduction perspective ”, Environmental Science and Policy , Volume 2, Issue 6, December 1999, pp. 457-464.

Cranor, C. F.,(1993), Regulating Toxic Substances, Oxford University Pres, New York.

Çevre Bakanlığı., (1998), Çevre Kirliliği Kitabı, Ankara.

Çobanoğlu, N. ve Kiper, N., (2006), “ Bina içi solunan havada tehlikeler”, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi, Cilt 49, Sayı 1.

Çubukçu, S., (2006), Kamuda Yapı Üretimine Yönelik Bir Risk Yönetim Modeli, Yüksek Lisans Tezi, GÜ FBE, Ankara.

Dinçler, G .,(2000), “Sanayide Risk Yönetimi”, Kocaeli Sanayi Odası.

Dirgeme, E .,(1998), Yapı Üretiminde Risk Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ FBE, İstanbul.

Dirican, R. ve Bilgel, N.,(1993), Halk Sağlığı (Toplum Hekimliği), Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, II. Baskı, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:70, Bursa.

Dökmeci, İ.,(2006), Tıp Terimleri Sözlüğü, Birinci Baskı, İstanbul Medikal Yayıncılık, İstanbul.

Duru, S. ve Besbelli, N.,(1997), “ Risk Değerlendirmesi ” ,Uluslar arası Katılımlı I. Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim dalı, 8-12 Aralık 1997, Ankara.

Ek, H., (1995), “ Yapı Ürünleri Seçim Yönteminde Ürün Bilgilerinin Yapı Biyolojisi Açısından Değerlendirilmesi ” ,İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde düzenlenen Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İzmir.

EPA, (1988), Radon Reduction Technques for Detached Houses , EPA/625/5-87/019, North Carolina

Esin, T., (2004), “ İnsan Sağlığını Etkileyen İç Hava Kalitesinin Oluşumunda Yapı Malzemelerinin Rolü, ”Yapı Dergisi,275, Ekim 2004.

Evren,R.ve Ülengin, F.,(1992), Yönetimde Karar Verme, İstanbul Teknik Üniversitesi İşletme Fakültesi Yayınları, 1478, İstanbul.

Gönüllü, T., Bayhan, H ve Yaşar Avşar.,(2002), “Parçacık ve Mikroorganizma Raporu ”, YTÜ.Kütüphane ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı Şevket Sabancı Binasının Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yürütücü Ayşe Balanlı, YTÜ. Araştırma Fonu, Proje No:99-03-01-03, İstanbul, ss.1-2.

Gilbert, N.L., (2005), “ Levels and determinants of formaldehyde, acetaldehyde, and arcolein in residential indoor air in Prince Edward Island, Canada ”, Environmental Research, Volume 99, Issue 1, September 2005, pp. 11-17.

Güler, Ç.ve Çobanoğlu, Z., (1994), Dış Ortam Hava Kirlenmesi, T.C.Sağlık Bakanlığı, Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi, 8, Birinci Baskı, Ankara.

Güler Şimşek, G., (2004), “Ksilen İntoksikasyonu,” Toksikoloji Dergisi, Vol.No,2 (3),Temmuz-July2004

Günay, E., (1994), Yapay Hava Düzenleme Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, YTÜ, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Haimes, Y.H., (2004), Risk Modelling, Assessment and Management, 2nd ed, John Wiley&Sons, Interscience Publication, New Jersey.
- Hertz, David B, Thomas Howard .,(1984), Risk Analysis and Its Applications ,John Wiley and Sons.
- Hodgson.A., Hodgson, J.D. Wooley and J. M. Daisey.,(1993) “ Emission of volatile organic compounds from new carpets measured in a large-scale environmental chamber, J. Air waste Manage. Assoc. ,43, pp. 316-324.
- Jones, A.P., (1998), “ Astma and domestic air quality ”, Social Science and Medicine, Volume 47, Issue 16, September 1998, pp. 755-764.
- Jönsson, A., (2000), “Is it feasible to address indoor climate issues in LCA ? ”, Environmental Impact Assessment, Volume 20, Issue 2, April 2000, pp. 241-259.
- Kanuka-Fuchs, R., (2001), Healty Home and Healty Office: Sick Building Syndrome Indoor Pollution and Solution, 2nd ed, New Delhi.
- Karaca, S., (2004), Yapı İşlerinde İş Güvenliği Açısından Risk Değerlendirmesi ve Alınacak Önlemler, İTÜ, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Kelly, T.J, D.L.Smith and, J. Satola., (1999)“ Emission rates of formaldehyde from material and consumer products found in California homes, ”, Environ. Sci. Technol.,33, pp. 81-88.
- Kınacı, R.S., (1982a), “ Yüksek Düzey Yoğunlukta Radon ve Bozunma Ürünlerine Maruz Kalmış Toplum İçin Karsinojenik Risk Değerlendirmesi ”, Ege Üniversitesince Düzenlenen Çevre '82 Sempozyumu, 3-5 Haziran 1982, İzmir.
- Kınacı, R.S., (1982b), “Doğal Radyasyon Çevre ve Bina İçi Atmosferde Radon Yoğunluğu ”, Ege Üniversitesince Düzenlenen Çevre '82 Sempozyumu, 3-5 Haziran 1982, İzmir.
- Kolluru, R.V., vd, (1996), Risk Assessment: A Unified Approach, Risk Assessment and Management Handbook, Chap I. McG-Hill, NewYork.
- Lagoy, P.K., (1994), Risk Assessment ; Principles and Applications for Hazardous Waste and Related Sites, Noyes Publications, New Jersey.
- Last, J.M, Wallace, R.B., (1992), “ Public Health and Preaventive Medicine 13.ed., Appleton and Lange” Norwalk.
- Little, J.C, Daisey, J.M, Nazaroff, W.,(1992), “ Transport of Subsurface Contaminants Into Building” Environmental Science and Tecnology, American Chemical Society, Vol. 26, No:11.
- Masters, G.M.,(1998), Risk Assessment Introduction to Environment Engineering and Science, Chap 4, Prentice-Hall, New Jersey.
- Meyer, B.,(1983), “İndoor Air Quality”, Addison Wesley Publishing, Massachusetts.
- Mcnall, P.E.,(1986), Rationale and Plan for Center for Building Tecnology Research to Improve Indoor Air Ouality, N. Bureau of Stand, USA.
- Neely, W.B., (1996), “ Introduction to Chemical Exposure and Risk Assessment ”, Lewis Publishers ,Boco Raton.

NIEHS (National Institute of Environmental Health Sciences), (2001), “ Radon”, Ninth Report on Carcinogens, CAS No: 10043-92, USA.

Önel,H.,(1978),Yapılarda Alınacak Önlemlerle Hava Kirliliğinin Azaltılması Üzerine Bir İnceleme, Doçentlik Tezi, İDMMA, İstanbul.

Özbek Tezel,Z.,(2002),” Ev Tozu Akarcıklarından Etkilenme ve Korunma Yolları”, Türk Standartları Enstitüsü Tüketici Bülteni, Ağustos-Eylül 2002, 169-170, ss.4.

Özkan,E.,(1976),Yapım Sistemlerinin Seçimi İçin Bir Yöntem, Doktora Tezi, KTÜ FBE, Trabzon.

Öztürk,A.,(1995),The Architectural Design Process and Indoor Air Quality, Doktora Tezi, University of Strathclyde, Glasgow.

Öztürk, A.ve Balanlı A., (1995), “ Yapı Biyolojisi: Kavram ve Kapsam”, İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde düzenlenen Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu, 20-21 Ekim 1995, İzmir.

Öztürk, A.,(1998), “ Yapı İçi Hava Niteliği ve İnsan Sağlığı ”,Uluslararası Katılımlı 1.Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, 8-12Aralık 1997, Ankara.

Öztürk, M.,(2005), “Şehir İçi Bölgelerde Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri” ,Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.

Özyaral, O.ve Keskin., (2005), “ Kapalı Alan Atmosferinin Sağlık Etkileri: Kakosmi (Kötü Koku) Sendromu ”, Astım Alerji İmmünoloji, 3 (2): 86-96.

Papageorge, T.E., (1998), Risk Management for Building Professionals, R.E.Means Company,INC. Construction Consultants & Publisher, USA.

Püsküllüoğlu, A., (2002), Öz Türkçe Sözlük, Arkadaş Yayınevi, Genişletilmiş 13. Baskı, Ankara.

P.M.I. (1992), Project and Program Risk Management-A Guide to Managing Project Risks and Opportunities, Project Management Institute, USA.

Reman, O., (2000), “ Isı-Su İzalasyon Malzemelerinin Sınıflandırılması, Özellikleri, Soru ve Seçim Kriterleri ”, Yalıtım Dergisi, Nisan 2000.

Renn, O., (2004), “ Perception of risk ? ”, Toxicology Letters, Volume 149,Issue 1-3, April 2004, pp. 405-413.

Sarp, A., (2007), Sağlıklı Yapının Sürdürülebilirliğinin Değerlendirilmesinde Kullanılabilecek Bir Yaklaşım Önerisi, Doktora Tezi, YTÜ FBE, İstanbul.

Sezer,G., (1995), “ Konfor-Malzeme-Detay-Kullanım ” ,İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesinde düzenlenen Sağlıklı Kentler ve İnşaat Mühendisliği Sempozyumu,20-21 Ekim 1995, İzmir.

Solberg, D.P.W.,(1999), “IAQ Risk Management”, Buildings, 93, i9:24.

- Spengler, J D., Samet, J.M ve McCarth, J.F.,(2000), Indoor Air Quality Handbook, McGraw-Hill, New York.
- Şaylan,G.,(2007),Yapı İçi Hava Kirleticileri ve Risk Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ FBE, İstanbul.
- TAEK (Türkiye Atom Enerjisi Kurumu),(2000), Radyasyon Güvenliği Yönetmeliği, Sayı: 23999, Madde 37, 24.03.2000, Ankara.
- Tang, J.,(2005),“Volatite Organic Compounds In a Multi-Storey Shopping Mall In Guangzhou , South China ”, Atmospheric Environment , Volume 39,Issue 38, December 2005, pp. 7374-7383.
- Taş, E.,(1994), Yüklenici İnşaat İşletmeleri İçin Proje Özelliklerinin ve Riskin Dikkate Alındığı Finansal Planlama Modeli, Doktora Tezi, İTÜ FBE, İstanbul.
- Tiryaki,A.R.ve Baripoğlu,Ö., (2000), “ Risk Değerlendirmesi ”, TTB Mesleki Sağlık ve Güvenlik Dergisi, 2, Nisan 2000.
- Tucker, W.G., (2000), Volalite Organic Compounds, 31.1-31.20, Indoor Air Quality Handbook, J.D. Spengler, J.M. Samed ve J.F. McCarty, (Derl.), McGraw-Hill, New York
- Tuna Taygun, G., ve Balanlı, A.,(2005), “ Yaşam Döngüsü Süreçlerinde Yapı Ürünü-Çevre Etkileşimi ”, Mgaron, İstanbul, 1, ss.40-50.
- Turan,A.,(2004), “ İş Yerlerinde ve İş Ekipmanlarında Risk Değerlendirmesi ”, Mühendis ve Makine Dergisi, 532, Mayıs 2004.
- Tünay, O. ve Alp, K., (1996), Hava Kirilenmesi Kontrolü, Mega Ajans, İstanbul.
- TSE (Türk Standartları Enstitüsü)., Çevre Sağlığı-TS 18001, Ankara.
- TSE, (1996), Çevre Sağlığı-Lejyoner Hastalığının (Lejyonellozis) Önlenmesi İçin Alınması Gereken Tedbirler. TS 12093, Ankara
- TSE., (1997), Çevre Sağlığı-Kapalı Ortam Havası İle İlgili Tedbirler, TS 12281, Ankara.
- TSE., (1995), Hava kalitesi- Asbeste Maruz Kalman İşyerlerinde Alınacak güvenlik ve Sağlık Tedbirleri, TS 11597, Ankara.
- Uyar,H.,(1988), “ Sağlıklı Yaşam-Sağlıklı Yapı- Yapı Biyolojisi ” ,Yapı dergisi,79, Haziran 1988.
- Uz, M. Hulki.,(1998a), “Lejyonellozis’in Önlenmesinde Çevre Hekimliği”, Uluslararası Katılımlı 1.Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, 8-12Aralık 1997, Ankara, ss.167-168.
- Uz, M. Hulki.,(1998b), “Lejyonellozis’in Önlenmesinde Yapısal Şartların İyileştirilmesi”, Uluslararası Katılımlı 1.Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, 8-12Aralık 1997, Ankara, ss.164-167.
- Vaizoglu, S.,(1998), “Bina İle İlgili Hastalıklar”, Uluslararası Katılımlı 1.Ulusal Çevre Hekimliği Kongresi, 8-12Aralık 1997, Ankara.

Vural, M. ve Ögel, K.,(2005), “Uçucu Maddelerin Kalp Üzerine Etkileri ”, Bağımlılık Dergisi, 6, 142-146.

Vural, M.,(2004),Yapı İçi Hava Niteliği Risk Süreci Modeli Belirlenmesi, Doktora Tezi, YTÜ FBE, İstanbul.

Vural, M. ve Balanlı, A.,(2005), “ Yapı Ürünü Kaynaklı İç Hava Kirliliği ve Risk Değerlendirmede Ön Araştırma ”, Mgaron, 1, ss.28-39, İstanbul.

WHO (World Health Organization)., (1987), Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publications, European Series No.23, Denmark.

WHO, (1989), Formaldehyde. Environmental Health Criteria 89, World Health Organization, International Programme on Chemical Safety, Geneve, Suisse.

Williams, P.R.D., (2000), The Risk Analysis Framework: Risk Assessment, Risk Management and Risk Communication, 70.3-70.38, Indoor Air Quality Handbook, J.D. Spengler, J.D.Samet ve J.F. McCarty, (Derl.), McGraw-Hill, New York

Yalçınkaya, A.,(1995), Yapı Malzemesi ve Çevre Etkileşimi, Y.Lisans Tezi, İTÜ FBE, İstanbul.

Yaşar. H. Renklidağ, T. ve Yaşar B.,(2004), “Asbest Maruziyetine Bağlı Hastalıklar ve Adli Tıp Yönü ”, Toksikoloji Dergisi, Vol.No,2 (1),Ocak-Şubat2004:

Yavuz, G.,(2002), “Yangın Güvenliği Raporu”, YTÜ.Kütüphane ve Dökümantasyon Daire Başkanlığı Şevket Sabancı Binasının Yapı Biyolojisi Açısından İncelenmesi ve Değerlendirilmesi, Yürütücü Ayşe Balanlı, YTÜ. Araştırma Fonu, Proje No:99-03-01-03, İstanbul, ss.1-2.

Yıldırım, N.,(1998), “Bronş Astması’ da Tanı”, İ.Ü.Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Etkinlikleri, Alerji-Astım Sempozyumu, 6 Mart 1998, İstanbul, ss.31-35.

Yilmazer, D.,(2004), “ Formaldehit İntoksikasyonu ”, Toksikoloji Dergisi, Vol.No,2 (3),Temmuz-July2004, ss.17-19.

Yu, K.N.,(1993), “A review of radon pollution in buildings in Hong Kong”, Building and Enviroment, Pergamon Pres Ltd,Vol.28, No:3,London,pp. 252.

Zimmerman, R., (1990), Govermental Management of Chemical Risk: Regulatory Processes for Environmental Health, Boca Raton, Lewis Publishers, Florida.

Zhu, M.A.Z. Xu, T.Zhong, q.Zhon, J.Bai.,(1997), “ Allergic skin diase and hepatits following thichloroethylene exposure:of 15 patients, 5 died ”, Int.Arch.Occup.Env.Health,No:70,pp. 222-231.

İNTERNET KAYNAKLARI

[1]Vaizoğlu,S.,Tekbaş,F.veEvcı,D.,“Kapalı Hava Kalitesi ve Sağlığa Etkisi ”http://saglik.tr.net/cevre_kapali_ortam.shtml.

[2] Sağlıklı Evler / klimaci_ com. Kütüphanemiz. Havanın Şartlandırılması.html.

- [3] EPA ,Amerikan Çevre Koruma Ajansı,Sağlıklı Evler / Hava Kalitesi- ozon-karbonmonoksit .html
- [4] www.riskworld.com.
- [5] Radon Gazı, www.populermedical.com.
- [6] Biological Effect of Ionizing Radiation (BEIR)VI Report: “ The Health Effects Exposure to Indoor ”,www.epa.gov/iaq/radon , www.radon.com/radon/.
- [7] www.cevrettek.com.
- [8] EPA, Volatile Organic Compounds (VOCs)
<http://www.epa.gov/btpages/pollairpollutantsvolatileorganiccompoundsvocs.html>
- [9] EHC (Environmental Health Center), (2002), “Introduction Radiation”,
<http://www.nsc.org/issues/rad/intro.html>.
- [10] EHC (Environmental Health Center), (2002), “The Risk:Health Effects of Radon”,
<http://www.nsc.org/issues/rad/intro.html>.
- [11] HBN (Healty Building Network), (2006), “Formaldehyde and Wood”,
<http://www.healtybuilding.net /formaldehyde/Index.html>.
- [12] EPA. “Formaldehyde”, <http://www.epa.gov/iaq/formalde..html>.
- [13] EPA ,CO, <http://www.epa.gov/iaq/CO.html>.
- [14] EPA, <http://www.epa.gov/iaq/radon/healthrisks.html>.
- [15] EPA “Ozone”, <http://www.epa.gov./epahome/ozone.htm>.
- [16] EPA “Ozone and Your Health”, <http://cfpub.epa.gov./airnow/index.cfm?action=static.Ozone2=6>
- [17] EPA “Asbestos”, <http://www.epa.gov./asbestos>.
- [18] Karbondioksit, <http://tr.Wikiprdia.org./wiki/Karbondioksit>.
- [19] Türk Dil Kurumu “Türkçe Sözlük”,<http://www.tdk.Gov.tr>
- [20] Benzen, <http://tr.Wikiprdia.org./wiki/Benzen>.
- [21] www.turtox.org.tr.
- [22] EPA- 402-K-01-003 “Healthy B, Healthy people: a Vision for the 21st Century”
<http://www.epa.gov/iaq/hbhp.html>.
- [23] Su ve Nem Sorunları <http://www.yapirestorasyon.com>.
- [24] Alerji, <http://www.nhsdirect.nhs.uk/languages>.
- [25] EPA, (2003), “Radon Risk Comparasion Charts”, <http://www.epa.gov/radon/riskcht.html>.

EKLER

EK A Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modelinin ön analiz adımının uygulanması (Erzurum İller Bankası örneği)

Ek B Kullanıcı bilgileri örneği

Ek C Yapı bilgileri örneği

Ek D Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi

Ek E Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kullanıcıya yönelik denetim listesi

Ek F Yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi

Ek G Mevcut yapı ürünlerinin belirlenmesi ve tehlike kestirimi örneği

EK A**Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk çalışma süreci modelinin ön analiz adımının uygulanması (Erzurum İller Bankası Örneği)**

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risk yönetimi modelinin ön analiz adımı Erzurum şehir merkezinde yönetim yapısı olan İller Bankasında uygulanmıştır.

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliği ön analizi

Ön analiz, risk analizi yapılacak olan kirletici/ kirleticilerin belirlenmesinde zamandan ve emekten artırım yapmak amacıyla uygulanacaktır. Öncelikle analizi yapan kişi tarafından, uygulamanın yapılacağı yapıda ve yapıyı kullanan kullanıcıdaki belirlemelere yönelik hazırlanan çizelgeler kullanılmıştır. Çizelgelerin ve anket sonuçlarının değerlendirilmesi ile yapı ve kullanıcılar ile ilgili genel bilgiler ve tehlikelerin varlığı belirlenmiş olacaktır. Bu bir ön çalışma olup yapılacak anket soruları yapıyı kullanan 50 kullanıcıya yöneltilip, değerlendirilmiştir. Uygulama sonucunda kullanıcılar için tehlikeli olabilecek olası kirleticiler belirlenecektir.

Yapıdaki belirlemeler

Yapının tanımı; yapının kimliği ile ilgili bilgiler Çizelge 1’ de verilmektedir. Bu çizelge analiz yapan kişi tarafından doldurulacaktır.

Çizelge1 Yapı Bilgileri

YAPININ KİMLİK ve İŞLEV BİLGİLERİ	
Yapının adı	İller Bankası
Adresi	Erzurum
Kullanım Alanı (m²)	3240
Kat sayısı	Bodrum, Zemin+4
Kullanıma başlama tarihi	1967
Taşıyıcı sistem türü	B.A Karkas
Isıtma türü	Merkezi doğalgaz
Yapının kullanım amacı	Yapıyı oluşturan yapı birimleri
<input type="checkbox"/> Eğitim yapısı	- Çalışma büroları
<input type="checkbox"/> Konaklama yapısı	- İdareci büroları
<input type="checkbox"/> Konut	- Yemekhane
<input type="checkbox"/> Kültür yapısı	- Mutfak
<input type="checkbox"/> Ticaret yapısı	- Lokal
<input type="checkbox"/> Sağlık yapısı	- Misafirhane
<input type="checkbox"/> Sanayi yapısı	- Tuvaletler
<input type="checkbox"/> Ulaşım yapısı	- Arşiv
<input type="checkbox"/> Yönetim yapısı	- Giriş holü
	- Koridorlar
	-

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesi için yapı ürünlerine, ortama yönelik denetim listesi Çizelge 2’ de verilmektedir. Bu listeler analizi yapan kişi tarafından doldurulacaktır. Sorularda evet yanıtı olumsuzlukları ifade etmektedir. Bu nedenle evet yanıtlarının çokluğu ön analiz yapılan ortamda, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde tehlikelerin varlığının göstermektedir. Düzenlenen çizelgede yapı içinde tehlikelerin olabileceği görülmektedir.

Çizelge 2 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesi için yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi

	DENETİM LİSTESİ	EVET	HAYIR	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
YAPI ÜRÜNLERİ	Yapı/ Ürün kullanım amacı dışında mı kullanılıyor ?		H		
	Yapı ürünleri zararlı içerikli mi ?				Yeterli bilgi yok
	Petrol türevli yapay ürün (sentetik halı, plastik vb) var mı ?	E			PVC kapı, pencere
	Demir ve alaşımları var mı ?	E			Radyatör, borular
	Yapı ürünleri VOC yayıyor mu ?	E			Laminat kaplama (yeni)
	Yapı ürünleri parçacık üretiyor mu ?		H		
	Yapı ürünleri eskimiş mi ?	E			Yapı 40 yıllık
	Yapı ürünleri bakım-onarımı zor mu ?		H		
	Yapı ürünleri kolay temizlenemiyor mu ?		H		
	Yapı ürünlerinin uygulaması doğru yapılmamış mı ?		H		
	Yapı ürünleri eskiyince ya da bozulunca değiştirilmemiş mi ?		H		
	Yapı ürünlerinin yüzey, parça ve bileşenlerinde bozulma olmuş mu ?	E			İç yüzey kaplama ürünleri, boya, vb
	Yapı ürünleri zarar görmüş mü ?	E			Yanlış kullanım
	Yapı ürünlerinde güneşin etkisi var mı ?	E			PVC Pencereleler
	Yapı ürünlerinde ısı ve nemden etkilenerek bozulmalar oluşmuş mu ?	E			WC seramikleri
	Yapı ürünleri koku yayıyor mu?		H		
	Yapı ürünleri yangın geçirmiş mi ?		H		
	Yapı ürünleri depremde hasar görmüş mü?		H		
	Yapı ürünleri ilgili zorunluluklarda değişiklik var mı ?	E			40 yıl önceki zorunluluklar
	Yapı ürünleri standartlara uygun değil mi?		H		
Yapı ürünleri üretildikten sonra uygun koşullarda depolanmamış mı?				Yeterli bilgi yok	
Yapı ürünleri üretildikten sonra uygun koşullarda taşınmamış mı?				Yeterli bilgi yok	
Yapı ürünleri doğru uygulanmamış mı?		H			
Yapı ürünleri nitelikli uygulayıcılar uygulamamış mı?		H			
ORTAM	Mekanların büyüklüğü yeterli değil mi ?	E			Bazı mekanlar sıkışık
	Ortamların havalandırması yeterli değil mi?	E			Bilinçli havalandırma az
	Ortamların sıcaklığında artış ya da düşüş var mı?		H		
	Ortamlarda statik elektrik var mı?		H		
	Ortamların nem oranında değişme var mı?		H		
	Ortamların hava akımında hızlanma ve esinti var mı ?		H		
	Ortamlarda kötü kokular var mı?	E			WC’ lerde
	Ortamlarda yangın olmuş mu?		H		
	Ortamlarda toz, kir var mı?	E			Yetersiz temizlik
	Ortamların ısıtma ve soğutma sistemlerinde bozulma var mı?		H		
Ortamlarda, elektro manyetik kirlilik yapan aygıt, (hava temizleyicisi, elektrikli ev aleti) var mı ?	E			Bilgisayar, faks fotokopi makinaları	
.....					

Yapının yakın dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi Çizelge 3' de verilmektedir. Yapı ürünlerinin belirlenmesi, yapı ürünlerinde oluşan değişikliklerin belirlenmesi, tehlikelerin kestirilmesi (Çizelge 4), verilmektedir. Yapının yakın çevresinden yapı içi havasına karışabilecek kirleticilerin varlığı belirlenmiştir.

Çizelge 3Yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi

	DIŞ ÇEVRE DENETİM LİSTESİ	E	H	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
YAPININ DIŞ ÇEVRESİ	Yapı dışındaki hava da kirlilik var mı?	E			Egzoz gazları
	Su kaynaklarında kaynaklanan kirlilik var mı ?	E			
	Toprak kirliliği var mı?		H		
	Bitki örtüsünde değişme var mı?		H		
	Zararlı hayvan (böcek, sinek, vb), bakteri oluşumu var mı?	E			
	Yapının yakın çevresinde yeni farklı kullanımlı yapılar yapıldı mı?		H		
	Yapının yakın çevresinde yangın oldu mu?		H		
	Yapının yakın çevresindeki mevcut eski yapılarda tadilat- onarım yapıldı mı?		H		
	Alt yapı tesislerinde (su-kanal) bozulma oldu mu ?	E			Bakım onarım -
	Yapı yakınına baz istasyonu, trafo, jeneratör, vb kuruldu mu?		H		
	Yeni yollar yapıldı mı?		H		
	Mevcut yolda bozulmalar oldu mu?	E			Asfalt yenileme
	Yeni yeşil alan yapıldı mı?		H		
	Yoğun trafik var mı?				Ana yol binanın yanında
				

Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde risklerin belirlenebilmesi için yapı ürünleri, ortam ve yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi verilmiştir. Her iki çizelgede de sorulara verilen cevaplara göre, değerlendirme yapılır. Bu bilgilerde diğer aşamalardan gelen bilgilerle birleştirilerek ön analize veri oluşturur. Buna göre ön analiz yapılan yapıda; mevcut ürünlerin içeriğinden, uygulamasından ve kullanılmasından kaynaklanabilen tehlikelerin kestirimi yapılabilir. Sonuçta yapının eski bir yapı olduğu, ürünlerin eskidiği, kullanımdan dolayı kırık, çatlak ve toz ve kirlenmelerin olduğu, bilinçli havalandırma yapılmadığı, görülmüştür.

Çizelge 4 Mevcut yapı biriminde (bürolarda) yapı ürünlerinin, kullanım sonucu oluşan değişikliklerin belirlenmesi ve tehlike kestirimine yönelik denetim listesi

BİRİM	ÖGE	BİLEŞEN	PARÇA / GEREÇ	DEĞİŞİKLİK VAR/YOK	OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER	TEHLİKE KESTİRİMİ VAR/YOK	AÇIKLAMA
BÜRO	KAT DÖŞEMESİ	Döşeme gövdesi	- B.A Döşeme	YOK	YOK	YOK	
		Döşeme kaplaması	- Laminant parke	YOK	Ürün Yeni	VAR	
		Tavan kaplaması	- Çimento sıva üzerine alçı sıva	VAR	-kabarma -dökülme -.....	VAR	
	DIŞ DUVAR	Duvar Gövdesi	-tuğla -çimento harcı -yalıtım -.....	VAR	-yalıtımın özelliğini kaybetmesi -.....	VAR	
		Dış Kaplama	-çimento sıva -taraklı mozayik kaplama -Akrilik dış cephe boyası	VAR	-renk bozukluğu -dökülme -çiçeklenme -.....	YOK	
		İç Kaplama	-çimento sıva üzerine alçı sıva -su bazlı saten boya -.....	VAR	-kabarma -dökülme -.....	VAR	
		Kapı	-Ahşap doğrama, yağlı boyalı -pencere kolu metal -yerinde dökme denizlik -.....	VAR	-kapanmama -çatlama -kırılma -.....	VAR	
		Pencere	-Ahşap doğrama, yağlı boyalı -pencere kolu metal -yerinde dökme denizlik -.....	VAR	-kapanmama -çatlama -kırılma -gaz çıkarma -.....	VAR	
	İÇ DUVAR	Duvar Gövdesi	-tuğla -çimento harcı -.....	YOK	-.....	YOK	
		Kaplama	-çimento sıva üzerine alçı sıva -su bazlı saten boya -cılalı ahşap kaplama	VAR	-kabarma -dökülme -.....	VAR	
		Kapı	-Ahşap doğrama, yağlı boyalı -pencere kolu metal -yerinde dökme denizlik -.....	VAR	-kapanmama -çatlama -kırılma -.....	VAR	
	İKLİM LENDİR ME SİSTEMİ	Radyatör	- Döküm radyatör, üzeri yağlı boya	VAR	- eskime	VAR	
		Isıtma boru sistemi	- Demir boru, üzer yağlı boya	VAR	- eskime -	VAR	

Çizelge 4 Mevcut yapı biriminde (bürolarda) yapı ürünlerinin, kullanım sonucu oluşan değişikliklerin belirlenmesi ve tehlike kestirimine yönelik denetim listesi (devam)

BİRİM	ÖGE	BİLEŞEN	PARÇA / GEREÇ	DEĞİŞİKLİK VAR/YOK	OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER	TEHLİKE KESTİRİMİ VAR / YOK	AÇIKLAMA
BÜRO	ELEKTRİK DÖŞEM SİSTEMİ	Lamba	-Flüerasan lamba	VAR	-toz, kir	VAR	
		Aydınlatma aygıtı	-Alüminyum	VAR	-eskime -toz, kir -.....	VAR	
		Kablo sistemi	- Topraklanmış sıva altı elektrik kablosu	VAR	-eskime -.....	VAR	
		Priz- anahtar	- Termoplastik	VAR	- eskime - kırık - çizik -.....	VAR	
	YAPI İÇİ DONANIMI	Masa	-İşlenmiş ahşap mobilya -.....	VAR	- eskime - çizik - kırık -.....	VAR	
		Dolap	-İşlenmiş ahşap mobilya -.....	VAR	- eskime - çizik - kırık -.....	VAR	
		Etajer	-İşlenmiş ahşap mobilya -.....	VAR	- eskime - çizik - kırık -.....	VAR	
		Koltuk	-Ahşap, sentetik kumaş -.....	VAR	- eskime - kırılma - yırtık -.....	VAR	
		Sandalye	-Demir, suni deri kaplama -.....	VAR	- eskime - kırılma - yırtık -.....	VAR	

Adım 1b-Kullanıcıdaki belirlemeler

Yapıyı kullananlara yönelik ön belirleme için az sayıdaki kullanıcı için (Çizelge 5, Ek. C) önce kullanıcılarla yapılan görüşmelerin değerlendirmesi (sözlü) yapılır. Bu değerlendirme geneli temsil etmediği için daha çok kullanıcıya yönelik yapılan anket sonucunda buldukları ortam hakkındaki görüşleri ve memnuniyetsizlikleri ortaya çıkmıştır. Kullanıcılar buldukları ortamı oluşturan yapı ürünlerinin eskimesinden, kirlenmeden, görüntü bozukluğundan ve oluşan sağlık sorunlarından şikayet etmektedir. Kullanıcıların çoğu ürünlerden kaynaklanan kirleticilerle ilgili bilgi sahibi olmadıklarından ve ürün ya da ürünleri bilinçli kullanamama sonucu ortaya çıkacak sorunlardan haberdar değildir.

Çizelge 6 Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kullanıcıya yönelik denetim listesi

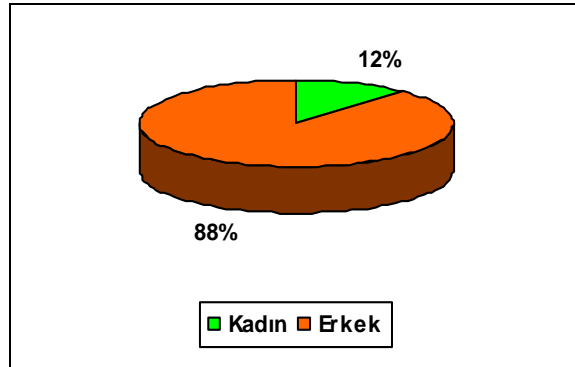
KULLANICI DENETİM LİSTESİ		EVET	HAYIR	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
	Kullanıcı bilinçli değil mi?				
	Kullanıcılar yaşı dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?	E			Kullanıcılar 25 yaş üstü
	Kullanıcılar hastalığı dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?	E			Alerjisi (5) ve kalp hastası (3) olanlar var
	Kullanıcılar sakat/ engelli durumu dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?	E			Engelli var (1)
	Kirlilik yapan bitki büyütme alışkanlığı var mı?	E			Büroların bazılarında çiçek var
	Kirlilik yapan hayvan besleme alışkanlığı var mı?		H		
	Kirlilik yapan kişisel bakım ürünleri, temizlik ürünleri kullanıyor mu?	E			Temizlik ürünleri
	Biyolojik eylemlerinden dolayı kirlilik oluşuyor mu?	E			Ter, döküntü, gaz, vb
	Kullanıcılar sigara içiyor mu?	E			Kullanan var
	Kirlilik yapan hobileri- merakları var mı?		H		
				
				
				

Anket sonuçlarının değerlendirilmesi

İller Bankası 14. Bölge Müdürlüğü' nde çalışan 50 kişi üzerinde yapılan anket sonuçları aşağıda verilmektedir.

Cinsiyet

Grafik 1' de ankete yanıt veren 6 kadın, ve 44 erkek kullanıcı değerlendirilmektedir.



Grafik.1 Kullanıcı cinsiyet değerlendirmesi

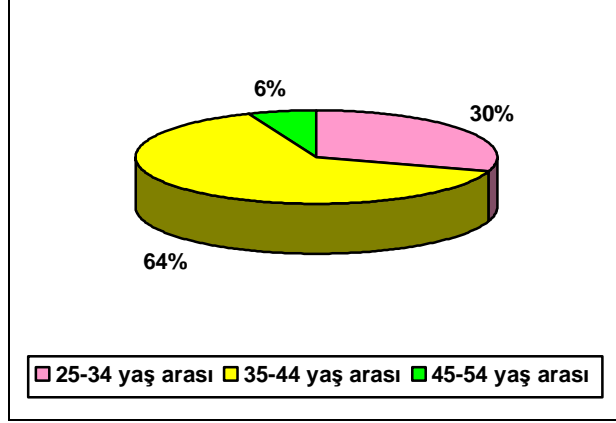
Yaş

Ankete katılan kullanıcıların yaşlarına göre değerlendirilmesi;

25-34 yaş arası (15 kişi),

35-44 yaş arası (32 kişi),

45-54 yaş arası (3 kişi),Grafik 2' de verilmektedir



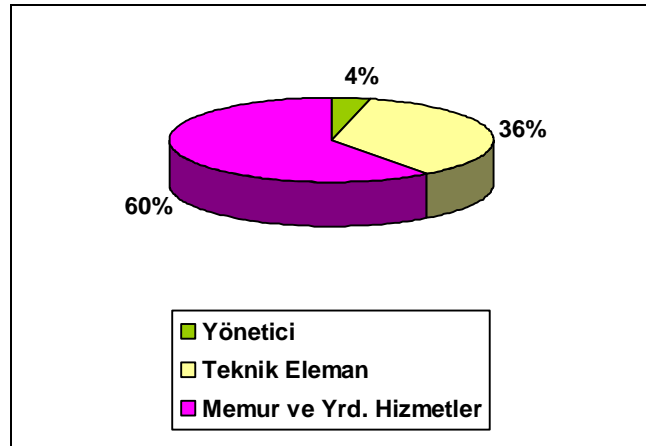
Grafik 2 Kullanıcı yaş değerlendirilmesi

Meslek

İdareci:(2 kişi)

Teknik eleman(mimar, inş müh, vb):(18 kişi) ve

İdari personele (memur, yrd. hizmetler):(30 kişi) yönelik değerlendirme Grafik 3' de verilmektedir.



Grafik 3 Kullanıcı meslek değerlendirmesi

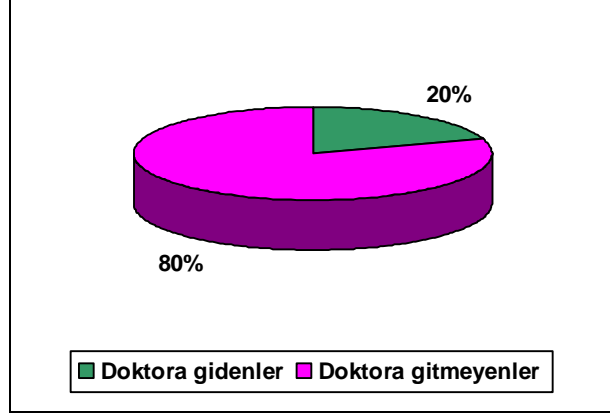
Yapıyı kullanma süresi

Yapı hafta içi çalışma saatleri içinde 8 saat (sürekli) kullanılmaktadır.

Sağlık sorunları için doktora gidenler

Doktora gidenler (10 kişi)

Doktora gitmeyenlere (40 kişi) yönelik değerlendirme Grafik 4' de verilmektedir.

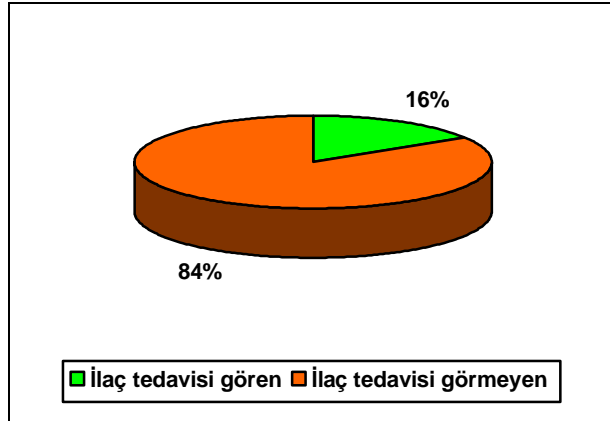


Grafik 4 Sağlık sorunları için doktora gitme durumunun değerlendirilmesi

Sağlık sorunu için ilaç tedavisi görenler

İlaç tedavisi görenler (8 kişi)

İlaç tedavisi görmeyenlere (42 kişi), yönelik değerlendirme Grafik 5' de verilmektedir



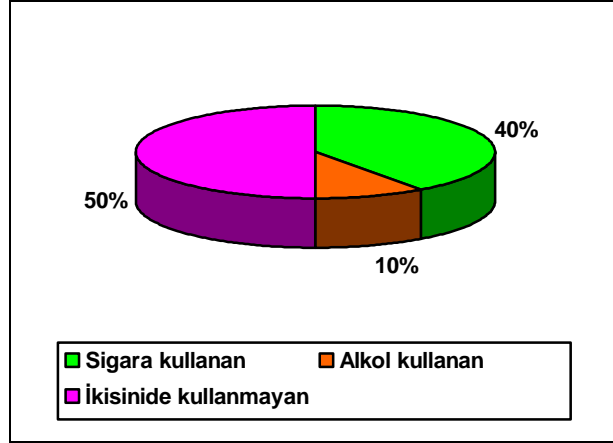
Grafik 5 İlaç tedavisi değerlendirilmesi

Alışkanlıklar

Sigara kullanan(20kişi)

Alkol kullanan (5 kişi)

İkisini de kullanmayanlara (25 kişi)), yönelik değerlendirme Grafik 6' da verilmektedir



Grafik 6 Alışkanlıkların değerlendirmesi

Yapı içi havasındaki sorunların kullanıcılar tarafından değerlendirildiği genel değerlendirme Grafik 7'de verilmektedir. Yapı içi havasındaki sorunlardan;

Sıcaklık yüksekliği sorununa, (10 evet- 40 hayır),

Hava akımı sorununa, (3 evet- 47 hayır),

Sıcaklık değişimi sorununa, (15 evet- 35 hayır),

Düşük sıcaklık sorununa, (0 evet- 50 hayır),

Ortamda havasızlık sorununa, (30 evet- 20 hayır),

Kötü koku sorununa, (8 evet- 42 hayır),

Statik elektrik sorununa, (2 evet- 48 hayır),

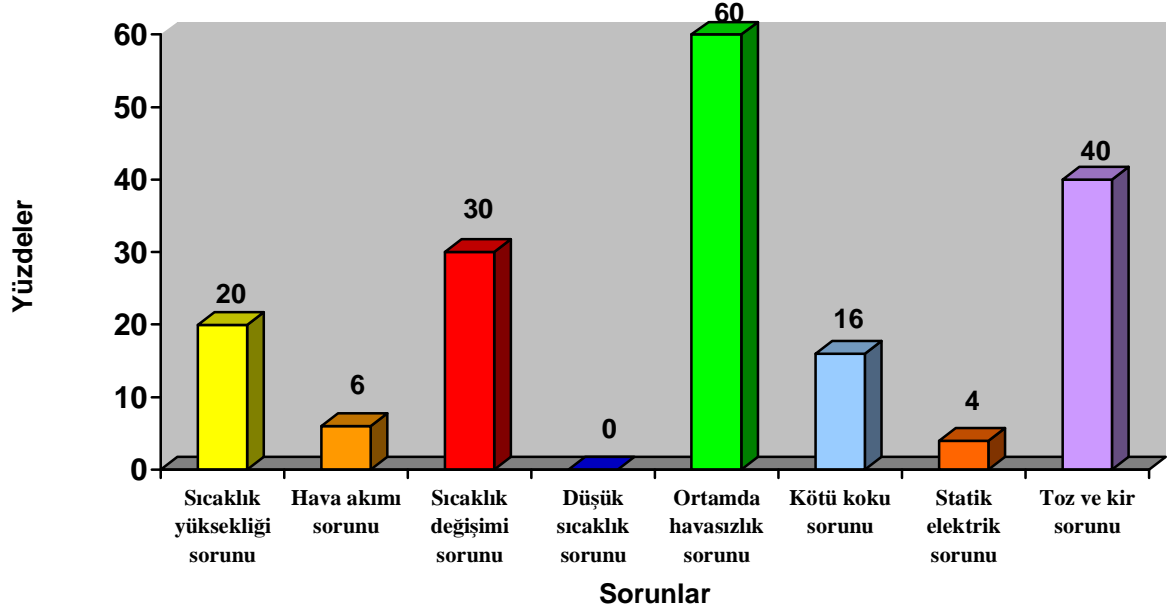
Toz ve kir sorununa, (20 evet- 30 hayır),

yanıtları kullanıcılar tarafından verilmiştir.

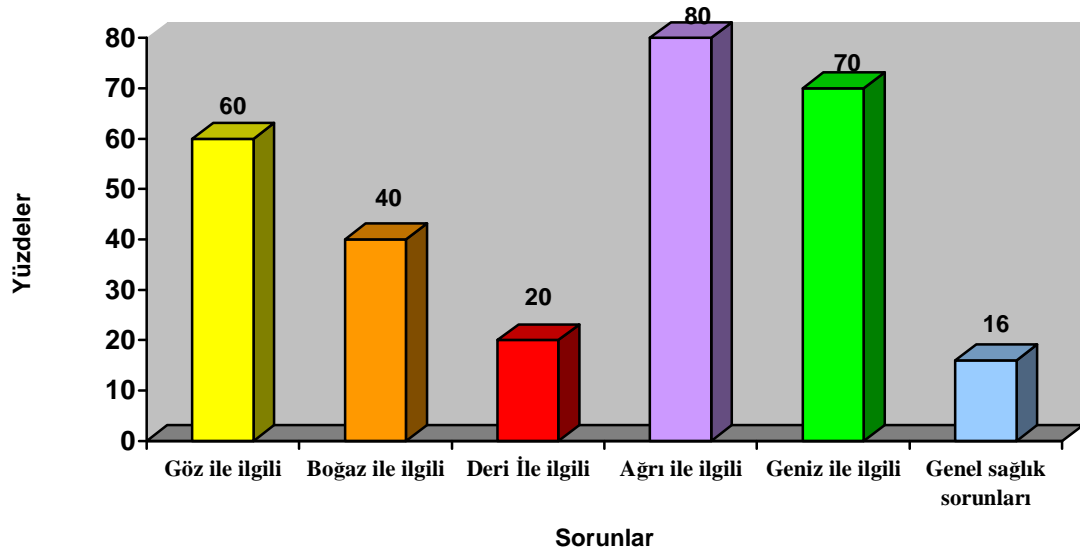
Kullanıcıların sağlık şikayetleri;

Göz ile ilgili (30 evet- 20 hayır), Boğaz ile ilgili (20 evet- 30 hayır), Deri ile ilgili (10 evet- 40 hayır), Ağrı ile ilgili (40 evet- 10 hayır), Geniz ile ilgili (35 evet- 15 hayır), Genel sağlık

sorunları (8 evet- 42 hayır) olarak değerlendirilmiştir. Yapılan değerlendirme Grafik 8' de verilmektedir.



Grafik 7. Yapı içi havasındaki sorunların genel değerlendirmesi

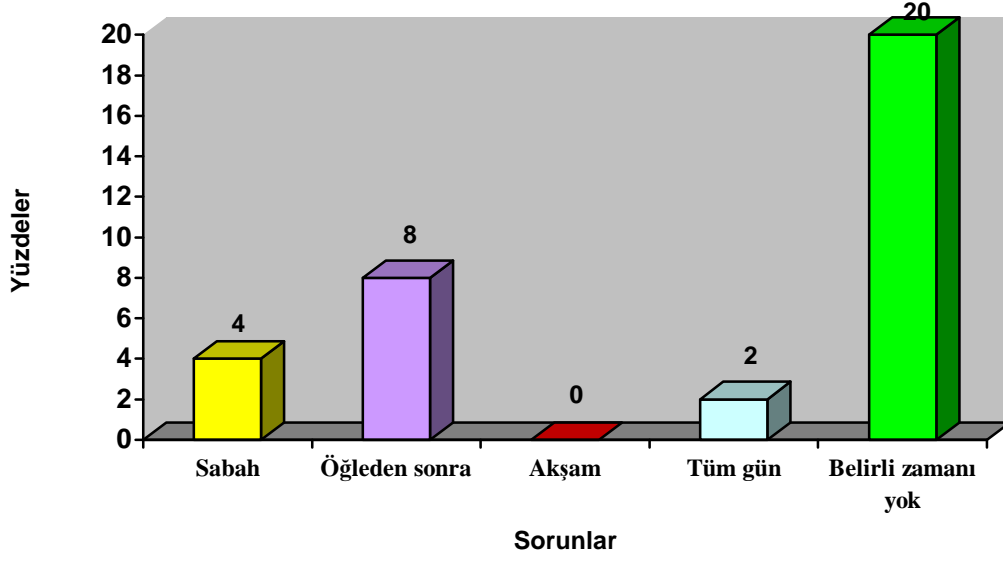


Grafik 8 Kullanıcıların sağlık şikayetleri

Şikayetlerin oluşma zamanı ile ilgili yöneltilen sorulara;

Sabah (2 evet- 48 hayır), Öğleden sonra (4 evet- 46 hayır), Akşam (0 evet- 50 hayır), Tümgün (1 evet-49 hayır), Belirli zamanı yok (10 evet, 40 hayır) olarak yanıt verilmiştir.

Değerlendirme Grafik 9' de görülmektedir.



Grafik 9 Şikayetlerin oluşma zamanı

Adım 1c-Ön Analiz Sonucu

Bu adımda analizcinin yaptığı belirlemeler ve anket sonuçlarından çıkan kirleticiler listelenir. Çizelge 7' de örnekleme yapıda (büro) kullanılan yapı ürünlerin bazılarında kaynaklanan olası kirleticilerden verilmiştir.

Çizelge 6.7 Yapı ürünlerinden kaynaklanan olası kirleticiler

OLASI KİRLETİCİ KAYNAĞI YAPI ÜRÜNLERİ	OLASI KİRLETİCİ
Beton, sıva	Radon, Formaldehit, Ksilen, vb.
Boyalar	Stiren, Toluene, Hekzan, Ksilen, Benzen, Asetaldehit, Formaldehit Metilen klorür vb
İşlenmiş Ahşap	Stearin, Toluene, Hekzan, Ksilen, Benzen, vb
Mobilyalar	Formaldehit, vb
Flüoresan lambalar	Poliklorobenzen

Kullanıcılardaki belirlemeler adımından belirlenen olası kirleticiler (Çizelge 6.8)

Ön analiz sonucunda yapının bulunduğu arsa ile ilgili radon düzeyi, ile ilgili çalışmalar yok olduğundan radon olası kirletici olarak alınabilir.

Çizelge 6.8 Sağlık sorunu-olası kirletici

KULLANICIDA OLUŞAN SAĞLIK SORUNLARI	OLASI KİRLETİCİ
Genel	Ozon, karbondioksit
Deride oluşan	Parçacıklar
Gözde oluşan	Azotdioksit, kükürtdioksit, formaldehit
Boğazda oluşan	Azotdioksit, formaldehit, ozon
Genizde oluşan	Azotdioksit, ozon

Yapı ürünlerinden kaynaklanan kirletici/ kirleticilerin belirlenmesi kararının verileceği bu adımda, çalışmanın uygulandığı yapıda ozon, formaldehit, karbondioksit, radon, benzen, tolüen, parçacıklar, toz olabileceği düşünülmektedir. Olası kirleticilere yönelik ölçümler yapılamadığı için risk analizi adımı uygulanmamış yönetim adımının uygulaması da verilememiştir.

Ek B.**YAPI ÜRÜNLERİNDEN KAYNAKLANAN YAPI İÇİ HAVA KİRLİLİĞİNİNDE TEHLİKELERİN BELİRLENMESİNE YÖNELİK ANKET ÖRNEĞİ**

Bu anket; mevcut yapılarda kullanıcıların, yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinden olumsuz etkilenmesinin belirlenmesi için yapılmaktadır.

Bu çalışma, mevcut yapılarda yapı ürünlerinden kaynaklanan risklerin yönetilebilmesi için gereken ön adımların uygulanmasında (ön analiz/ risk analizi) veri teşkil etmesi yönünden önemlidir. Bu nedenle sorulara doğru yanıt vermeniz, araştırmanın güvenilirliği açısından gereklidir. Araştırma için verdiğiniz katkı için teşekkürler.

1- Cinsiyetinizi belirtiniz?

- Kadın
 Erkek

2-Yaşınızı belirtiniz?

- 25 altı
 25- 34
 35- 44
 45- 54
 55 ve üzeri

3-Mesleğinizi belirtiniz?

- Belirtiniz.....

4-Yapıyı kullanma sürenizi belirtiniz?

- Tam gün
 Gündüz
 Gece

5-Yapıda geçirilen süreyi belirtiniz?

- Sürekli.....saat
 Geçici.....saat

6- Sağlık sorunlarınız varsa belirtiniz?

- Alerji
 Solunum yolu hastalıkları
 Kalp

.....

7- Sağlık sorunlarınız için doktora gittiniz mi?

Evet Hayır

8- Sağlık sorunlarınız için ilaç tedavisi görüyor musunuz?

Evet Hayır

9-Alışkanlıklarınız var mı belirtiniz?

Sigara

Alkol

İkisini de kullanmıyorum

.....

10-Şikayetleriniz var mı belirtiniz?

Baş ağrısı

Göz yaşarması

Boğaz ağrısı

.....

.....

11-Şikayetlerinizin oluşma zamanlarını belirtiniz?

Sabah

Öğleden sonra

Tüm gün

Belirli zamanı yok

.....

12-Kullandığınız yapıda sıcaklık yüksek mi?

Evet Hayır

13-Kullandığınız yapıda hava akımı var mı?

Evet Hayır

14-Kullandığınız yapıda sıcaklık değişiyor mu?

Evet Hayır

15-Kullandığınız yapıda sıcaklık düşük mü?

Evet Hayır

16-Kullandığınız yapıda ortam havasız mı?

Evet Hayır

17-Kullandığınız yapıda ortamın havası kuru mu?

Evet Hayır

18-Kullandığımız yapıda kötü koku var mı?

Evet Hayır

19-Kullandığımız yapıda statik elektrik var mı?

Evet Hayır

20-Sigara kullanımı var mı?

Evet Hayır

21-Kullandığımız yapıda toz, kir var mı?

Evet Hayır

22-Kullandığımız yapı içinde sağlığımızla ilgili şikayetleriniz var mı?

Evet Hayır

23-Göz ile ilgili şikayetleriniz var mı?

Evet Hayır

Yanıtınız evet ise şikayetlerinizi belirtiniz?

Kızarma

Yanma

Sulanma

Görme bozukluğu

.....

24-Boğaz ile ilgili şikayetleriniz var mı?

Evet Hayır

Yanıtınız evet ise şikayetlerinizi belirtiniz?

Boğaz ağrısı

Kuru öksürük

Boğaz tahrişi

.....

25-Deri ile ilgili şikayetleriniz var mı?

Evet Hayır

Yanıtınız evet ise şikayetlerinizi belirtiniz?

Döküntü

Kuruma

Tahriş

.....

26-Ağrı ile ilgili Şikayetleriniz var mı?

- Evet Hayır

Yanıtınız evet ise Şikayetlerinizi belirtiniz?

- Baş ağrısı
 Sırt ağrısı
 Kas ve eklem ağrısı

27-Geniz ile ilgili Şikayetleriniz var mı?

- Evet Hayır

Yanıtınız evet ise Şikayetlerinizi belirtiniz?

- Hapşırma
 Sinüs sorunu
 Burun kanaması

28-Genel sağlık Şikayetleriniz var mı?

- Evet Hayır

Yanıtınız evet ise Şikayetlerinizi belirtiniz?

- Solunum
 Sindirim

Ek D Yapı bilgileri örneği

YAPININ KİMLİK ve İŞLEV BİLGİLERİ	
Yapının adı	
Adresi	
Kullanım Alanı (m²)	
Kat sayısı	
Kullanıma başlama tarihi	
Taşıyıcı sistem türü	
Isıtma türü	
En son yapılan risk yönetim tarihi	
Yapının kullanım amacı	Yapıyı oluşturan yapı birimleri
<input type="radio"/> Eğitim yapısı <input type="radio"/> Konaklama yapısı <input type="radio"/> Konut <input type="radio"/> Kültür yapısı <input type="radio"/> Ticaret yapısı <input type="radio"/> Sağlık yapısı <input type="radio"/> Sanayi yapısı <input type="radio"/> Ulaşım yapısı <input type="radio"/> Yönetim yapısı	

Ek E Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde yapı ürünleri ve ortama yönelik denetim listesi

	DENETİM LİSTESİ	EVET	HAYIR	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
YAPI ÜRÜNLERİ	Yapı/ Ürün kullanım amacı dışında mı kullanılıyor ?				
	Yapı ürünleri zararlı içerikli mi ?				
	Petrol türevli yapay ürün (sentetik halı, plastik vb) var mı ?				
	Demir ve alaşımları var mı ?				
	Yapı ürünleri VOC yayıyor mu ?				
	Yapı ürünleri parçacık üretiyor mu ?				
	Yapı ürünleri eskimiş mi ?				
	Yapı ürünleri bakım-onarımı zor mu ?				
	Yapı ürünleri kolay temizlenemiyor mu ?				
	Yapı ürünlerinin uygulaması doğru yapılmamış mı ?				
	Yapı ürünleri eskiyince ya da bozulunca değiştirilmemiş mi ?				
	Yapı ürünlerinin yüzey, parça ve bileşenlerinde bozulma olmuş mu ?				
	Yapı ürünleri zarar görmüş mü ?				
	Yapı ürünlerinde güneşin etkisi var mı ?				
	Yapı ürünlerinde ısı ve nemden etkilenecek bozulmalar oluşmuş mu ?				
	Yapı ürünleri koku yayıyor mu?				
	Yapı ürünleri yangın geçirmiş mi ?				
	Yapı ürünleri depremde hasar görmüş mü?				
	Yapı ürünleri ilgili zorunluluklarda değişiklik var mı ?				
	Yapı ürünleri standartlara uygun değil mi?				
	Yapı ürünleri üretildikten sonra uygun koşullarda depolanmamış mı?				
	Yapı ürünleri üretildikten sonra uygun koşullarda taşınmamış mı?				
Yapı ürünleri doğru uygulanmamış mı?					
Yapı ürünleri nitelikli uygulayıcılar uygulamamış mı?					
ORTAM	Mekanların büyüklüğü yeterli değil mi ?				
	Ortamların havalandırması yeterli değil mi?				
	Ortamların sıcaklığında artış ya da düşüş var mı?				
	Ortamlarda statik elektrik var mı?				
	Ortamların nem oranında değişme var mı?				
	Ortamların hava akımında hızlanma ve esinti var mı ?				
	Ortamlarda kötü kokular var mı?				
	Ortamlarda yangın olmuş mu?				
	Ortamlarda toz, kir var mı?				
	Ortamların ısıtma ve soğutma sistemlerinde bozulma var mı?				
	Ortamlarda, elektro manyetik kirlilik yapan aygıt, (hava temizleyicisi, elektrikli ev aleti) var mı ?				
				

Ek F Yapı ürünlerinden kaynaklanan yapı içi hava kirliliğinde kullanıcıya yönelik denetim listesi

	KULLANICI DENETİM LİSTESİ	EVET	HAYIR	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
KULLANICI	Kullanıcı bilinçli değil mi?				
	Kullanıcılar yaşı dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?				
	Kullanıcılar hastalığı dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?				
	Kullanıcılar sakat/ engelli durumu dolayısıyla risk sınıfına giriyor mu?				
	Kirlilik yapan bitki büyütme alışkanlığı var mı?				
	Kirlilik yapan hayvan besleme alışkanlığı var mı?				
	Kirlilik yapan kişisel bakım ürünleri, temizlik ürünleri kullanıyor mu?				
	Biyolojik eylemlerinden dolayı kirlilik oluşuyor mu?				
	Kullanıcılar sigara içiyor mu?				
	Kirlilik yapan hobileri- merakları var mı?				
				
				

Ek G Yapının dış çevresinden kaynaklanabilecek risklere yönelik denetim listesi

	DIŞ ÇEVRE DENETİM LİSTESİ	EVET	HAYIR	İLGİLİ DEĞİL	AÇIKLAMA
YAPININ DIŞ ÇEVRESİ	Yapı dışındaki hava da kirlilik var mı?				
	Su kaynaklarında kaynaklanan kirlilik var mı ?				
	Toprak kirliliği var mı?				
	Bitki örtüsünde değişme var mı?				
	Zararlı hayvan (böcek, sinek, vb), bakteri oluşumu var mı?				
	Yapının yakın çevresinde yeni farklı kullanımlı yapılar yapıldı mı?				
	Yapının yakın çevresinde yangın oldu mu?				
	Yapının yakın çevresindeki mevcut eski yapılarda tadilat- onarım yapıldı mı?				
	Alt yapı tesislerinde (su-kanal) bozulma oldu mu ?				
	Yapı yakınına baz istasyonu, trafo, jeneratör, vb kuruldu mu?				
	Yeni yollar yapıldı mı?				
	Mevcut yolda bozulmalar oldu mu?				
	Yeni yeşil alan yapıldı mı?				
	Yoğun trafik var mı?				
				

Ek.H Mevcut yapı ürünlerinin belirlenmesi, oluşan değişiklik ve tehlike kestirimi örneği

ÖGE	BİLEŞEN	PARÇA / GEREÇ	Değişiklik VAR/ YOK	OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER	Tehlike Kestirimi VAR /YOK	AÇIKLAMA
TAŞIYICI SİSTEM	Papuç- sömel					
	Bağ kiriş					
	Kolon					
	Perde					
	Kiriş					

ZEMİNE OTURAN DÖŞEME	Döşeme yatağı					
	Blokaj					
	Grobeton					
	Düzeltilme betonu					

KAT DÖŞEMESİ	Döşeme gövdesi					
	Döşeme kaplaması					
	Tavan kaplaması					
	Yalıtım					
	Düzeltilme betonu					

ÇATI	Çatı gövdesi					
	Yalıtım					
	Dış kaplama					

DIŞ DUVAR	Duvar Gövdesi					
	Dış Kaplama					
	İç Kaplama					
	Kapı					
	Pencere					

İÇ DUVAR	Duvar Gövdesi					
	İç Kaplama					
	Kapı					

MERDİVEN	Merdiven gövdesi					
	Üst kaplama					
	Alt kaplama					
	Merdiven basamağı					

KABUK	Kabuk gövdesi					
	İç kaplama					
	Dış kaplama					
	Yalıtım					

SU DÖŞEM SİSTEM	Temiz su boru sistemi					
	Pis su atma sistemi					
	Lavabo, küvet					

İKLİMLEN- DIRME SİS.	Radyatör					
	Isıtma boru sistemi					
	Kazan					
	Klima					
	Nem düzenleyici					

ELEKT- RİK DÖŞ. SİSTEM	Lamba					
	Aydınlatma aygıtı					
	Kablo sistemi					
	Priz- anahtar					

**Ek.H Mevcut yapı ürünlerinin belirlenmesi, oluşan değişiklik ve tehlike kestirimi örneği
(devam)**

ÖGE	BİLEŞEN	PARÇA / GEREÇ	Değişiklik VAR/ YOK	OLUŞAN DEĞİŞİKLİKLER	Tehlike Kestirimi VAR/ YOK	AÇIKLAMA
GAZ DÖŞEM SİSTEMİ	Kolon					
	Musluk					
	Pişirme donanımları					
	Saat					
	...					
KATI ATIK SİSTEMİ	Çöp bacası					
	Çöp bidonu					
	...					
	...					
	...					
ÇEVRESEL ETMENLER DENETİM	Güneşlik					
	Yıldırımlik					
	Ses kalkanları					
	Rüzgar önleyici					
	...					
YAPI İÇİ DONANIMI	Dolap					
	Yatak					
	Koltuk					
	...					
	...					
YAPI DIŞI DONANI MI	Bank					
	Çiçeklik					
	Bahçe duvarı					
	Yol					
	...					
.....	..					
	..					
	...					
					
					

ÖZGEÇMİŞ

Doğum tarihi	31.08.1969	
Doğum yeri	Erzurum	
Lise	1981-1986	Diyarbakır Kız Meslek Lisesi
Lisans	1986-1990	Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fak. Mimarlık Bölümü
Yüksek Lisans	1990-1993	Dicle Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı
Doktora	2005- 2008	Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Anabilim Dalı, Yapı

Çalıştığı Kurumlar

1991-1992	Serbest Büro Çalışması (Best Mimarlık Ltd, Şti)
1992-1994	Dicle Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü Araştırma Görevlisi
1994-Devam ediyor	İller Bankası 14. Bölge (Erzurum) Müdürlüğü Yüksek Mimar