



Yaşam Döngüsü Analizi ve Bina Sektöründen Örnek Çalışmalar

AB 7. Çerçeve Programı Kapsamında
“Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim Projesi”
Çalıştayı
4 Mart 2011, Bilkent, Ankara

Emrah Alkaya
Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
Çevre Projeleri Grubu



İçerik

- ❑ Yaşam Döngüsü Yaklaşımı
- ❑ Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)
 - Çevresel Etki Kategorileri
 - YDA Çalışmasının Aşamaları
 - YDA Çalışmalarına Yönelik Standartlar
- ❑ Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı
 - AB Eko-etiket Düzenlemesi
 - AB Eko-tasarım Yönetmeliği
 - Çevre Dostu Ürün Deklarasyonu/Beyanı (EPD)
 - Karbon Ayakizi
- ❑ Türkiye'de YDA Çalışmaları
- ❑ Dünyada Binalar ile ilgili YDA Çalışmaları
- ❑ Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Kese Kağıdı mı? Plastik Poşet mi?

- ❑ Bir kese kağıdının yapımı için plastik poşetin **50 katı su harcanıyor.**
- ❑ Ağaçların bulunması, kesimi, bunun yapılması için yola açımı ormanlara zarar veriyor. Bir ton kağıt hamuru elde etmek için **üç ton ağaç kesiliyor.**
- ❑ Kağıt üretilme aşamasında plastik poşetten **%40 daha fazla enerji harcıyor.**
- ❑ Kağıt endüstrisi, çevreye en zararlı 10 endüstri kolundan biri. Plastiğe oranla **%70 daha fazla hava, %50 daha fazla su kirliliği yaratılıyor.**



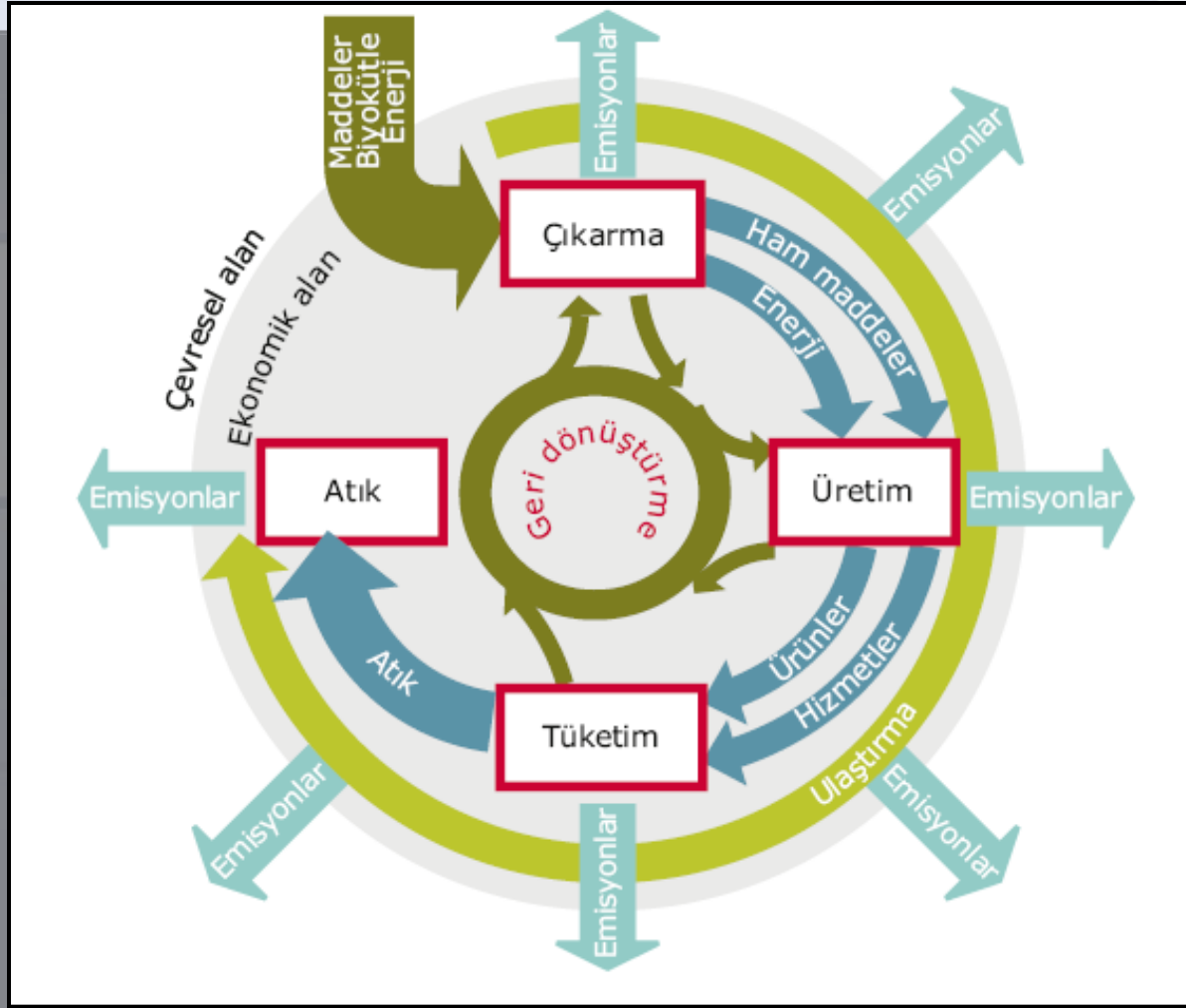
Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Kese Kağıdı mı? Plastik Poşet mi?

- ❑ Araştırmalara göre dünyada plastik poşetlerin **%5.2'si geri dönüştürülüyor** geri kalan **%94.8 ise bertaraf ediliyor.**
- ❑ Plastik poşetlerin doğada çözünmesi bulunduğu duruma göre **100-10000 yıl alıyor.**
- ❑ Kağıt atıklar **%10-15 oranında geri dönüşüme** giriyor ancak bu geri dönüşüm sürecinde plastikten **daha fazla enerji** harcıyor.



Yaşam Döngüsü Yaklaşımı



Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

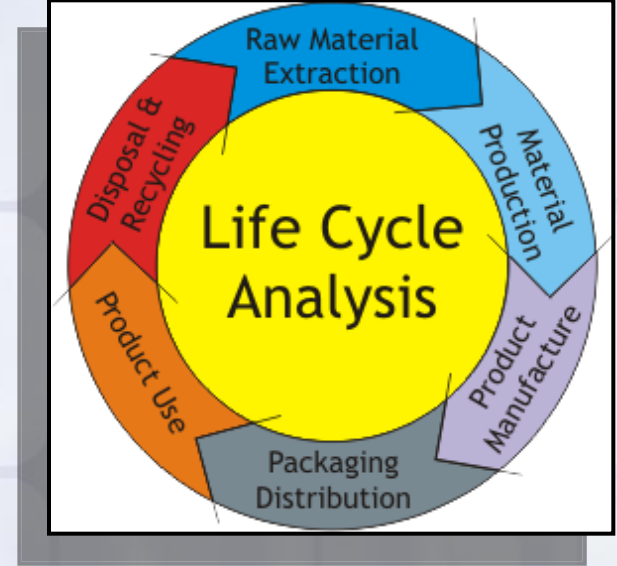
Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

❑ Yaşam Döngüsü Analizi (YDA) ürün ve hizmetlerin çevresel etkilerini **detaylı olarak** ortaya çıkarmaya yarayan **sistemik bir yaklaşımdır.**

❑ Ürünün,

- hammadde tüketimi aşaması
- üretim süreçleri,
- sevkiyatı,
- tüketici tarafından kullanımı ve
- kullanım sonrası atık olarak bertaraf edilmesini

kapsayarak **yaşam döngüsünün tüm aşamalarını** dikkate almaktadır.



Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

Çevresel Etki Kategorileri



**Hammadde
Tüketimi**

Kaynak: Metal, su, petrol vb. kullanımı...

Etki: Gelecek nesillerin ihtiyaçları...



Sera Etkisi

Kaynak: Yakma prosesleri, enerji tüketimi...

Etki: İklim değişikliği, çölleşme...



**Ozon Tabakası
Tahribatı**

Kaynak: CFC and HCFC kullanımı...

Etki: UV radyasyonu, cilt kanseri...

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

Çevresel Etki Kategorileri



Asit Yağmurları

Kaynak: Enerji tüketimi, tarım (SO_x, NO_x, NH₃)...

Etki: Sulak alanlara, binalara zarar verilmesi...



Ötrofikasyon

Kaynak: Kimyasal gübreler, atıklar, atıksular...

Etki: Doğal hayatın, ekolojik dengenin bozulması...



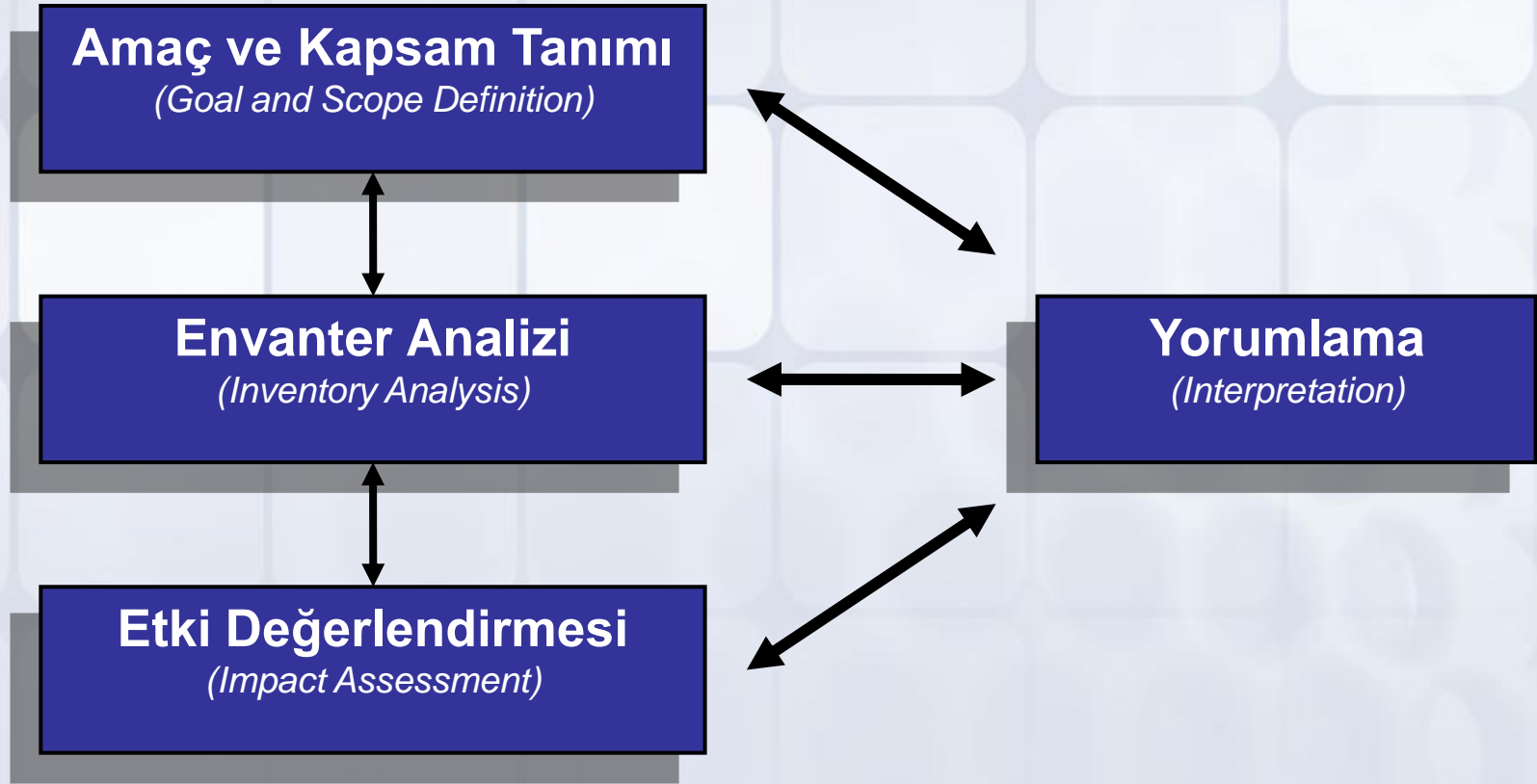
Kalıcı Organik
Kirleticiler

Kaynak: Endüstriler, kimyasal atıklar...

Etki: Canlı vücudunda birikmeler..

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

YDA Çalışmasının Aşamaları



Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

LCA Çalışmasının Aşamaları

- ❑ İlk aşama olan bu bölümde, gerçekleştirilen YDA çalışmasının temel amacı ve bu amaca yönelik olarak nasıl bir yöntem izleneceği anlatılmaktadır.
- ❑ YDA'nın gerçekleştirileceği sistemin sınırları bu aşamada belirlenmekte ve çalışmanın kapsamı ortaya koyulmaktadır.
- ❑ Bu bölümde odaklanılan diğer bir konu ürünün hangi çevresel etkilerinin analiz edileceğidir. Çalışma kapsamında ele alınan çevresel etki kategorileri nedenleri ile birlikte bu bölümde belirlenmektedir.

Amaç ve Kapsam Tanımı
(Goal and Scope Definition)

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

LCA Çalışmasının Aşamaları

- ❑ İkinci aşama olan Envanter Analizi bölümü ham verilerin toplandığı ve analiz edildiği oldukça zaman ve emek gerektiren bir bölümdür.
- ❑ Envanter Analizi, söz konusu ürünün yaşam döngüsü boyunca kullanılan girdiler (hammadde, su, enerji vb.) ile kullanım sonrası oluşan çıktıların (emisyon, yan ürün, atık vb.) ortaya koyulduğu kısımdır.
- ❑ Bu bölümde elde edilen yüklü miktarda verinin işlenmesi için çoğu zaman Envanter Analizi için tasarlanmış özel yazılımlar (GaBi, SimaPro vb.) kullanılmaktadır.

Envanter Analizi (Inventory Analysis)

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

LCA Çalışmasının Aşamaları

- Standartlara göre hazırlanmış bir YDA çalışmasının üçüncü aşaması Etki Değerlendirmesi'dir.
- Etki Değerlendirmesi bölümü, Envanter Analizi sonucu oluşturulan verilerin kullanılması sonucunda ürünün Amaç ve Kapsam Tanımı bölümünde tanımlanan çevresel etki kategorileri (iklim değişikliği, asidifikasyon, ötrofikasyon, kanserojen etki vb.) göre etkilerinin belirlendiği ve tartışıldığı bölümdür.
- Bu bölümde ürünün/hizmetin yaşam döngüsünün hangi aşamalarında ne tür çevresel etkilere yol açıldığı açık bir şekilde ortaya koyulmaktadır.

Etki Değerlendirmesi
(Impact Assessment)

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

LCA Çalışmasının Aşamaları

- ❑ Çalışmanın son kısmı olan Yorumlama bölümünde söz konusu ürünün/hizmetin çevresel etkileri değerlendirilmektedir.
- ❑ Ürünün/hizmetin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu en önemli çevresel etkiler bu bölümde ele alınarak özellikle hangi süreçlerin bu etkileri doğurduğu ortaya çıkartılmaktadır.
- ❑ Gerçekleştirilen çıkarımlar sonucunda ürünün yaşam döngüsü göz önüne alındığında hangi safhada (hammadde temini, üretim, kullanım vb.) gerçekleştirilecek iyileştirmeler ile çevresel performansın ne şekilde iyileştirilebileceği bu bölümde tartışılarak çalışma sonlandırılmaktadır.

Yorumlama
(*Interpretation*)

Yaşam Döngüsü Analizi (YDA)

YDA Çalışmalarına Yönelik Standartlar

- ❑ Çevre Yönetim Sistemleri olarak anılan **ISO 14000 serisi** kapsamında yer alan **ISO 14040 ve 14044 standartları** bulunmaktadır.
- ❑ Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından **“Hayat Boyu Değerlendirme”** adı altında yayınlanan standartlar:
 - TS EN ISO 14040: Hayat Boyu Değerlendirme – İlkeler ve Çerçeve
 - TS EN ISO 14044: Hayat Boyu Değerlendirme – Gereklere ve Kılavuz



Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

AB Eko-etiket Düzenlemesi (EU Eco-Label Scheme)

- ❑ 1992'den bu yana devam eden **AB Eko-etiket Düzenlemesi** gönüllülük prensibine dayanır.
- ❑ Yaşam döngüsü boyunca **düşük çevresel etkisi** bulunan ürünleri teşvik etmek amacıyla uygulanmaktadır.
- ❑ Temizlik malzemelerinden tekstil ürünlerine, ev ve bahçe malzemelerinden turizm-konaklama hizmetlerine kadar **geniş bir uygulama alanı** bulunur.
- ❑ İşletmelerin **rekabet avantajı** kazanmalarını, tüketicilerin ise daha **bilinçli tercihler** yapabilmelerini sağlar.



Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

AB Eko-tasarım Yönetmeliği (EU Eco-Design Directive)

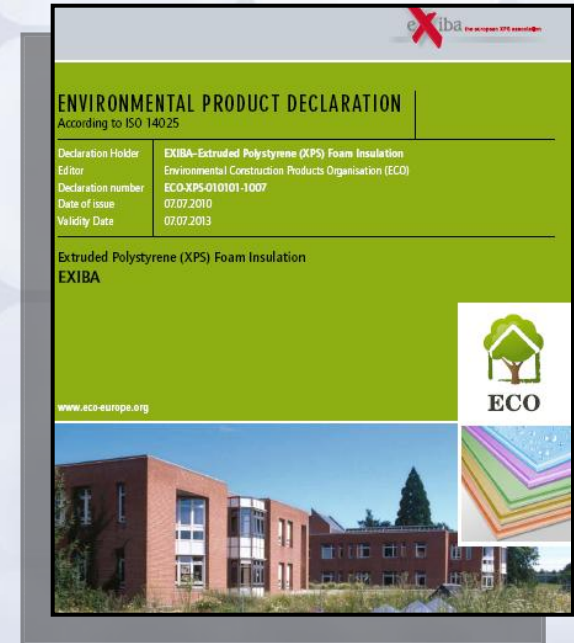
- ❑ Enerji ile ilgili ürünlerin tasarım ve hammadde seçiminden kullanım ve bertarafına kadar **tüm evreleri** dikkate alır.
- ❑ Üretici ya da yetkili temsilcilerin belirli ürünler için YDA çalışması gerçekleştirmelerini ve bu sayede “**Ürünlerin Ekolojik Profillerini**” belirlemelerini gerekli kılar.
- ❑ Üreticiler ürünlerinin ekolojik profillerini değerlendirerek ürünlerinin Yaşam Döngüsü Boyunca neden oldukları **olumsuz çevresel etkileri en aza indirmelerini** hedefler.



Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Çevre Dostu Ürün Deklarasyonu/Beyanı (Environmental Product Declaration - EPD)

- ❑ **TS EN ISO 14025** standardı doğrultusunda herhangi bir ürünün çevresel etkilerini ortaya koyan bir belgedir.
- ❑ **TS EN ISO 14040** ve **14044** standartları ile uyumlu yapılan YDA çalışmalarına dayanır.
- ❑ YDA çalışması ile ulaşılan sonuçları (spesifik hammadde/su/enerji tüketimleri ve çevresel etkileri) içerir ve yayınlanmadan önce bağımsız bir kurum tarafından **doğrulandır (verification)**.



Avrupa Birliği'nde Yaşam Döngüsü Yaklaşımı

Karbon Ayakizi

- ❑ Bir ürün veya hizmetin yaşam döngüsü boyunca neden olduğu sera gazı salımını **karbondioksit (CO₂) eşdeğeri** olarak ifade eden yaklaşımdır.
- ❑ Karbon Ayakizi uygulaması aslında sera gazı salımları ile sınırlandırılmış bir **Yaşam Döngüsü Analizidir**.
- ❑ CO₂, CH₄, N₂O, HFCler, PFCs, SF₆ gibi farklı sera gazlarını kapsama alır.
- ❑ Ürün veya hizmetin yaşam döngüsünün hangi aşamalarının iklim değişikliği etkisine yol açtığını gösterir.



Türkiye'de YDA Çalışmaları

Türkiye’de YDA Çalışmaları

- ❑ Ülkemizde YDA alanında yapılmış çalışmalar **oldukça sınırlı bir seviyede** kalmaktadır.
- ❑ YDA ile ilgili ilk çalışmalar **1990’lı yılların sonunda** yapılmaya başlanmasına karşın, dünya’daki eğilimin aksine geçen yıllar içerisinde daha yavaş bir gelişme yaşanmıştır.
- ❑ 2000’li yıllarda daha çok **akademik çalışmalar** şeklinde sürmüştür.
- ❑ Bu konuda yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin yanı sıra yayınlanan ulusal/uluslararası çalışmalar ön planda olmuştur.

Türkiye’de YDA Çalışmaları

Çalışmaların Yoğunlaştığı Konular

- ❑ Farklı ürünlerin çevresel performanslarının karşılaştırılması
- ❑ Hizmetlerin çevresel etkilerinin analiz edilmesi
- ❑ Üretim süreçlerinin çevresel etkilerinin analiz edilmesi
- ❑ YDA ile ilgili var olan standartların değerlendirilmesi YDA araçlarının/yazılımlarının karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi
- ❑ Model geliştirilmesi
- ❑ Enerji-Çevre ilişkisinin değerlendirilmesi

Dünyada Binalar ile ilgili YDA Çalışmaları

Dünyada Binalar ile ilgili YDA Çalışmaları

Çalışmaların Yoğunlaştığı Konular

- ❑ Farklı bina tipleri (konutlar, ticari binalar)
- ❑ Yapı malzemeleri, yapı elemanları ve yardımcı malzemeler (beton, çelik, yalıtım malzemeleri, pencere profilleri, yer döşemeleri)
- ❑ YDA araçlarının/yazılımlarının değerlendirilmesi (BEES, GaBi, SimaPro, TEAM)
- ❑ Bina sertifika sistemlerinin YDA yaklaşımı ile ilişkisi (LEED, BREEAM)
- ❑ Model ve araçların geliştirilmesi
- ❑ YDA çalışmalarının özetlendiği “review” çalışmaları

Dünya'dan Örnek YDA Çalışmaları

Ofis Binaları (Japonya)



Energy and Buildings 28 (1998) 33–41

**ENERGY
AND
BUILDINGS**

Estimation of life cycle energy consumption and CO₂ emission of office buildings in Japan

Michiya Suzuki ^{a,*}, Tatsuo Oka ^b

^a Institute of Technology, Shimizu Corporation, Etchujina 3-4-17, Koto-ku, Tokyo, Japan

^b Faculty of Engineering, Utsonomiya University, Tochigi Prefecture, Japan

Received 7 July 1997; accepted 9 January 1998

Dünya'dan Örnek YDA Çalışmaları

Ofis Binaları (Japonya)

- ❑ Çalışmada ofis binalarının **yapım, işletim, bakım ve yenilenmesi** sırasında tüketilen enerji miktarı ve üretilen CO₂ miktarı hesaplanmıştır.
- ❑ Bu hesaplamanın yapılabilmesi için öncelikle binaların yaşam döngüsü boyunca doğrudan veya dolaylı olarak kullanılan yerli ürün ve hizmetlerin toplam miktarı belirlenmiştir (**Envanter Analizi**).
- ❑ Hesaplamalar yapılırken, endüstrilerden elde edilen birim ürün başına **enerji tüketim ve CO₂ salım miktarları** kullanılmıştır.

Dünya'dan Örnek YDA Çalışmaları

Ofis Binaları (Japonya)

	Enerji Tüketimi (GJ/m ²)	CO ₂ Emisyonu (kg/m ²)
İnşaat/Yapım	8.95	790
Kullanım/İşletim	48.4	3480
Bakım/Yenilenme	1.54	128
Yıkım	0.49	36
TOPLAM	59.4	4430

- Ofis binalarının kullanımı esnasında tüketilen enerji, binanın yaşam döngüsündeki toplam tüketimin **% 82'sidir**.
- Binanın kullanımına yönelik alınacak **enerji verimliliğine yönelik tedbirler** çevreye verilen zararın azaltılmasını sağlayacaktır.

Dünya'dan Örnek YDA Çalışmaları

Yer Döşemeleri (Hollanda)

- ❑ Konutlarda yer döşemesi amaçlı kullanılan **dört farklı malzemenin** çevresel etkileri araştırılmıştır.
- ❑ Hammadde ve enerji tüketimi, sera gazı salımı, ötrofikasyon gibi çevre sorunları bazında incelenmiştir.
- ❑ Üretim süreçleri esnasında **tüketilen enerji miktarları**, elde edilen verilerin yeterliği ve güvenilirliği açısından çalışmanın önemli bir bölümünü oluşturmuştur.
- ❑ Çalışma sonucunda ele alınan dört malzeme arasından linoleum malzemesi en **“çevreci”** malzeme olarak belirlenmiştir.

Dünya'dan Örnek YDA Çalışmaları

Yer Döşemeleri (Hollanda)

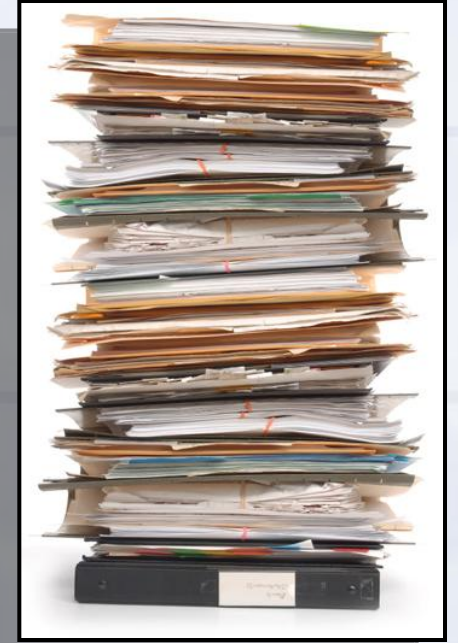
	Linoleum	Cushion vinyl	Woollen carpet	Polyamide carpet
Cumulative energy requirement (in MJ)				
Feedstock requirement	- ()	97	48	154
Process energy requirement	40 (74)	106	109	175
Global warming (GWP ₁₀₀ : in g carbon dioxide equivalents)	2600 (4700)	9500	64 300	13 500
Eutrophication (in g phosphate equivalents)	60 (120)	2	1550	14
Acidification (in g sulfur dioxide equivalents)	10 (20)	170	170	80
Tropospheric ozone creation (in g ethylene equivalents)	4 (7)	18	44	17
Waste (in g)				
Hazardous waste	400 (750)	600	600	650
Non-hazardous waste	1500 (2800)	2000	3400	2800

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

SCPTurKEY Projesi kapsamında;

- ❑ Son dönemde güvenilir kaynaklar tarafından gerçekleştirilmiş YDA çalışmalarının **özetlendiği ve sonuçlarının paylaşıldığı** bir doküman oluşturmak amaçlanmıştır.
- ❑ **En çok kullanılan** ısı yalıtım malzemelerine yönelik YDA çalışmalarının belli bir sistematik içinde derlenerek ilgili **paydaşlara tanıtılması** amaçlanmaktadır.
- ❑ YDA'nın **ürün performansını geliştirme aracı olarak** üretici firmalar tarafından ne şekilde kullanılabileceği tartışılmaktadır.



Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

SCPTurKEY Projesi kapsamında;

- ❑ Derlenen çalışmaların izolasyon malzemelerinin **Eko-tasarım Yönetmeliği** kapsamında değinilen yükümlülükler açısından da yararlı olabileceği düşünülmektedir.
- ❑ Hazırlanan çalışma tamamlanmak üzeredir ve proje sonunda **internet sitemizden** yayınlanacaktır.



<http://www.ttgov.org.tr/tr/surdurulebilir-tuketim-ve-uretim>

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Taş Yünü, Kağıt Yünü ve Keten (Danimarka ve İngiltere, 2004)

LCA Case Studies

Building Insulation Products, Part 1

LCA Case Studies

A Comparative Life Cycle Assessment of Building Insulation Products made of Stone Wool, Paper Wool and Flax

Part 1: Background, Goal and Scope, Life Cycle Inventory, Impact Assessment and Interpretation

Anders C. Schmidt^{1*}, Allan A. Jensen¹, Anders U. Clausen², Ole Kamstrup² and Dennis Postlethwaite³

- ❑ Çatı izolasyonu için kullanılan üç adet yalıtım malzemesinin yaşam döngüsü analizleri gerçekleştirilmiştir.
- ❑ Envanter analizi, çevresel etki değerlendirme, hassaslık analizi ve teknik yorumlama çalışmalarını içermektedir.

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Çeşitli Yalıtım Malzemeleri (İtalya, 2007)

Proceedings of the 8th International Conference of Eco-Materials - ICEM8
Brunel University, UK., 9-11th July 2007

FROM MATERIALS TO ECO-MATERIALS: LIFE-CYCLE ENVIRONMENTAL APPROACH FOR INSULATION PRODUCTS IN BUILDING APPLICATIONS

B. DeBenedetti¹, L. Maffia¹, S. Rossi²

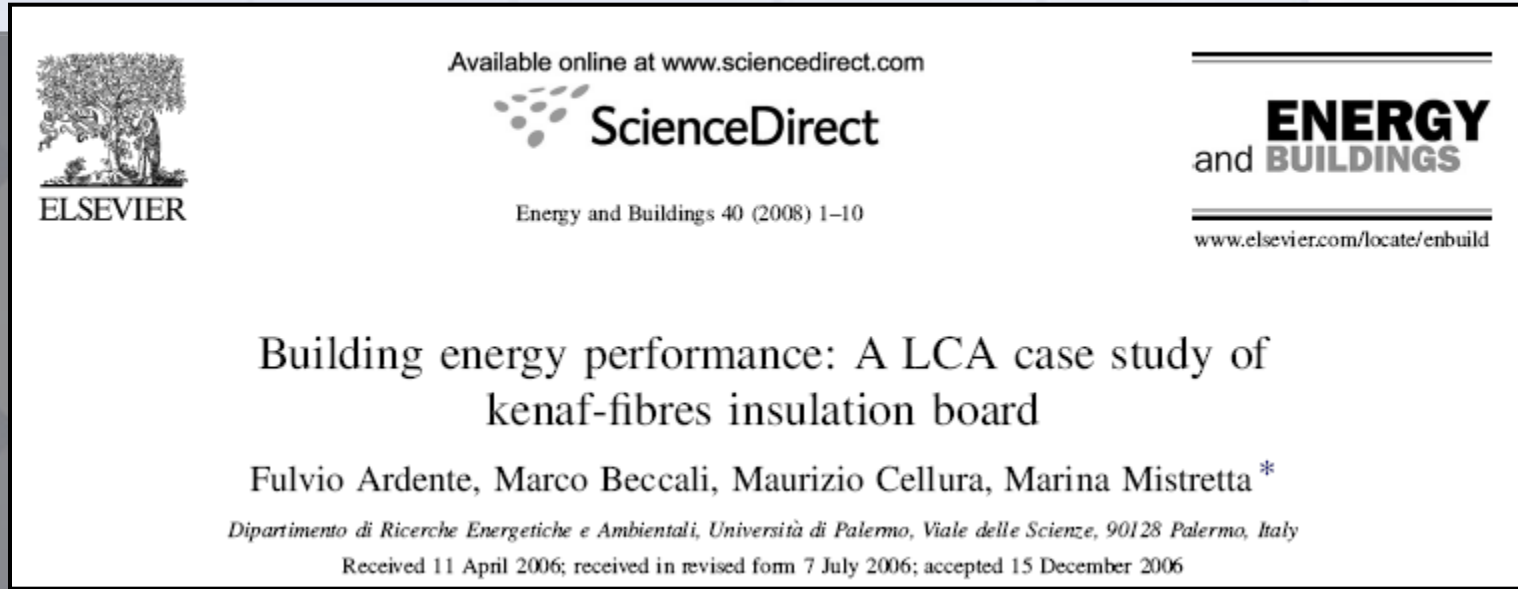
¹Dipartimento di Scienza dei Materiali ed Ingegneria Chimica, Politecnico di Torino and CESISP, Italy,
bruno.debenedetti@polito.it, leonardo.maffia@polito.it

²Life Cycle Engineering (LCE), Torino, Italy, rossi@studioilce.it

- ❑ Çalışmada çeşitli malzemeler için gerçekleştirilmiş **Çevre Dostu Ürün Deklarasyonu (EPD)** örnekleri tanıtılmıştır.
- ❑ Yalıtım malzemeleri için sunulan EPDlerin önemi vurgulanmıştır

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Kenaf Yünü (İtalya, 2008)



- ISO 14040 standartları serisine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.
- Kenaf bitkisinin üretiminden, yalıtım malzemesi olarak kullanımı ve atık olarak bertarafına kadar olan süreçleri kapsamaktadır.
- Yaşam döngüsünde geliştirilmeye açık süreçleri belirtmektedir.

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Çeşitli Yalıtım Malzemeleri (İngiltere, 2008)

- Doğal liften yapılmış (tarımsal kökenli) yalıtım malzemelerine yönelik **oldukça detaylı bir YDA çalışması** gerçekleştirilmiştir.
- İngiltere Çevre, Gıda ve Kırsal Bölgeler Bakanlığı (DEFRA)** tarafından desteklenmiştir.
- Pazara yeni girme aşamasındaki bu ürünlerin **çevresel performansını geliştirme** yönünde yorumlar da içermektedir.

Life Cycle Assessments of Natural Fibre Insulation Materials

Final Report

February 2008



Study funded by Defra

Prepared for the NNFC by:

Dr Richard J Murphy and Mr Andrew Norton
Division of Biology
Sir Alexander Fleming Building
Imperial College London
South Kensington Campus
London SW7 2AZ

Imperial College
London



Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Taşıyünü ve EPS (Türkiye, 2010)

- ❑ Taşıyünü ve Genleştirilmiş Polistiren (EPS) malzemelerinin çevresel etkileri **beşikten kapiya (cradle to gate)** yaklaşımıyla analiz edilmiştir.
- ❑ Yalıtım malzemelerinin çevresel etkileri **GaBi 4** yazılımı kullanılarak değerlendirilmiştir.
- ❑ Ulaşılan sonuçlardan bir tanesi **çevresel etkilerin en çok üretim aşamasında** gerçekleşmiştir.

ISI YALITIM MALZEMELERİNİN
YAŞAM DÖNGÜSÜ DEĞERLENDİRME YÖNTEMİYLE
ÇEVRESEL ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Canay ÇAMUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ
MİMARLIK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MART 2010
ANKARA

Isı Yalıtım Malzemeleri ile ilgili YDA Çalışmaları

Genel Değerlendirme

- ❑ Çevresel etkiler esas olarak **üretim ve hammadde temini** aşamalarından kaynaklanmakta; en önemli etkiler arasında **enerji tüketimi ve sera gazı salımları** yer almaktadır.
- ❑ Üretim süreçlerinde **geri dönüştürülmüş malzemelerin** kullanılması, **enerji verimliliğine** yönelik önlemlerin alınması, **yenilenebilir enerji** kaynaklarının kullanılması gibi unsurlar ile çevresel etkilerin azaltılması sağlanabilecektir.
- ❑ Yalıtım malzemeleri enerji tüketiminde **verimliliği artırmakta ve sera gazı salımlarını** önemli oranda azaltmaktadır. Hem ekonomik hem de ekolojik unsurlar göz önünde bulundurularak ısı yalıtım malzemelerinin **yaygın kullanımı desteklenmelidir.**

Kaynaklar

- TMMOB Makina Mühendisleri Odası (2008), Oda Raporu, “Dünyada ve Türkiye’de enerji verimliliği”.
- Elektrik İşleri Etüt İdaresi Genel Müdürlüğü (2008), Türk-Amerikan Temiz Enerjiler Konferansı
- European Environment Agency – EEA (2007) “Sustainable Consumption and Production, Europe’s Environment – Fourth Assessment Report”, pp. 252 – 257.
- Çokaygil, Z., Banar, M., (2005) “Yaşam döngüsü analizi ve standartlar açısından bir değerlendirme”, VI. Ulusal Çevre Mühendisliği Kongresi, 24-26 Kasım 2005, İstanbul.
- Akıncı, H., (2007) “Günümüzde Uygulanan Isı Yalıtım Malzemeleri Özellikleri Uygulama Teknikleri ve Fiyat Analizleri”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- <http://www.izoder.org.tr/izoder.asp?ID=171&ID2=175> , Erişim Tarihi:24.01.2011
- Ülker, S., (2009) “Isı Yalıtım Malzemelerinin Uygulamaya Etkileri”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Candan, N., (2007), “ Isı Yalıtım Sistemleri Ve Özelliklerinin Karşılaştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Papadopoulos, A. M., (2005), “State of the art in thermal insulation materials and aims for future developments”, Energy and Building 37, 77-86.
- Kulaksızoğlu, Z., (2006), “Isı Yalıtım Sektör Araştırması”, İstanbul Ticaret Odası
- Canay, Ç., (2010), “Isı Yalıtım Malzemelerinin Yaşam Döngüsü Değerlendirme Yöntemiyle Çevresel Etkilerinin Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- A. C Schmidt et al., “A comparative life cycle assessment of building insulation products made of stone wool, paper wool and flax: Part 1 Background, goal, scope, life cycle inventory, impact assessment and interpretation,” The International Journal of Life Cycle Assessment 9, no. 1 (2004): 53–66.
- A. C Schmidt vd., (2004) “A comparative life cycle assessment of building insulation products made of stone wool, paper wool and flax: Comparative assessment,” The International Journal of Life Cycle Assessment 9, No. 2, 122–129.

Kaynaklar

- Bowdidge J (1998): Life cycle inventory assessment for Rockwool Limited for 1996. Rollbatts loft insulation thickness 150 mm. Pencoed, Bridgend, UK: Rockwool Limited (Unpublished)
- Çamur C, (2010), “Isı yalıtım malzemelerinin yaşam döngüsü değerlendirme yöntemiyle çevresel etkilerinin değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mimarlık Bölümü,
- Sylvatica, G.N., (1999), “An exploratory life cycle study of selected building envelope”, Athena Sustainable Materials Institute, Canada.
- F. Ardente vd., (2008) “Building energy performance: A LCA case study of kenaf-fibres insulation board,” Energy and Buildings 40, No. 1, 1–10.
- Murphy, R.J., Norton, A. (2008) “Life cycle assessments of natural fibre insulation materials - Final report”, Imperial College London, Division of Biology, NNFCC.
- <http://www.lowenergyhouse.com/glass-wool.html>, Erişim Tarihi: 22.01.2011
- <http://www.glasswoolinsulation.org/article.html>, Erişim Tarihi: 22.01.2011
- European Extruded Polystyrene Insulation Board Association – EXIBA (2010) “Extruded Polystyrene (XPS) Foam Insulation Environmental Product Declaration According to ISO 14025” Environmental Construction Products Organisation (ECO).
- Bousted, (2005), “Eco-profiles of the European Plastic Industry: Polyurethane Rigid Foam”, Plastics Europe, Brussels
- IVPU e.V. (2010) “Extruded Factory-made Polyurethane Insulation Products Environmental Product Declaration According to ISO 14025” Environmental Construction Products Organisation (ECO). Institut Bauen und Umwelt e.V.

TEŞEKKÜRLER

Emrah ALKAYA

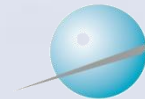
Çevre Projeleri Grubu

Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı

Cyberplaza B-Blok Kat: 5-6 Bilkent/Ankara

0 312 265 02 72 / 353

ealkaya@ttgv.org.tr



TTGV

TÜRKİYE TEKNOLOJİ GELİŞTİRME VAKFI

20.yıl

1991 - 2011