

# TRANSİST 2013 SEMPOZYUM

## YAŞAM BOYU MALİYETLERİN KONTROLÜNDE LCC YAKLAŞIMI

Feyzullah GÜNDOĞDU

Kayseri Ulaşım A.Ş., Kayseri, Türkiye e-mail: feygun@kayseriulasim.com

### ÖZET

Ülkemiz ticari hayatında önemli bir yer tutmuş olan "alırken kazanmak" kavramı günümüzde içerik olarak farklılaşsada önemini daha da arttırmıştır. Malzeme bilimindeki gelişmeler ürünlerin yaşamları boyunca ihtiyaç duyacakları kaynak ve bakım giderlerinin belirlenmesini veya tahmin edilmesini mümkün hale getirmiştir. Gündelik hayatımızda dahi ürün seçimini kullanımdan kaynaklanacak giderlere göre yapmaktayız artık. Yapılan araştırmalar göstermiştir ki bir ürünü elde etme maliyeti toplam sahip olma maliyetinin %30'u kadardır. Yüzde yetmişlik kısım işletme, bakım, yedek parça ve finans maliyetleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Buradan çıkarmamız gereken Sonuç: bir ürün veya bir sistem alırken, tesis ederken odaklanmamız gereken yer ilk kurulum maliyetinden ziyade kurulum sonrası, yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkacak giderler ve onların kestirilebilir olmasıdır. Ürün geliştiricilerinin bir birleriyle olan rekabetleri, üstünlükleri yaşam boyu maliyetlerin minimize edilmesi yönündedir. Bu noktada, bir ürünün yaşam boyu bakım ve işletme maliyetlerinin kontrolünde LCC kavramı öne çıkmaktadır. Bir ürünü alırken kazanmak kavramı en ucuz olanı almak değil toplam sahip olma maliyetlerini hesaba katarak en ekonomik olanı almak olarak düşünülmelidir. 2013 yılı Ağustos ayında Kamu İhale Kanununda yapılan değişiklikle ekonomik olarak en uygun teklifin belirlenmesinde; işletme ve bakım maliyeti, maliyet etkinliği, verimlilik, kalite ve teknik değer gibi fiyat dışındaki unsurlar dikkate alınarak ekonomik açıdan en avantajlı teklifin belirlenmesine izin verilmiştir. Dolayısıyla; yapım ve mal alım ihalelerinde toplam elde etme maliyetinin dikkate alınması, en uygun teklifin belirlenmesinde idarelere ciddi bir kazanç sağlayacak ve uzun vadede şu ana kadar bu noktada pek fazla dikkate alınmayan kaynak israfının önüne geçilmesine, azaltılmasına imkân verecektir.

Bu makalede LCC kavramı tanımlanarak yapılarak LCC analizi ile yaşam döngüsü maliyetlerinin belirlenmesi işlenecektir. Sahadan alınan verilerle toplam elde etme maliyetleri etkisi örneklerle anlatılacaktır.

Anahtar Kelimeler: LCC, Yaşam boyu, bakım, maliyet, ömür çevrimi,

## LCC APPROACH ON THE CONTROL OF LIFE TIME COST

### ABSTRACT

In commercial life of our nation there is a proverb "win while buy". Nowadays; this understanding a little bit changed but reserve it importance much more. Developments in material science and technology gives us ability to determine or make an assumptions for total cost of ownership including all costs of design, production, installation, operation and disposal. In daily life everyone take care about expenses comes from maintenance and operations. Researches show us that initial cost takes %30 percent of total cost of ownership, TCO. The rest goes to operation, finance, maintenance costs. Therefore decision makers should focus on life cycle cost, LCC, rather than initial procurement cost.

In August 2013 public procurement law changed. Addition to this law gives authority to decision maker to take into account elements outside monetary cost for determining best economical offer. Quality of products, operational cost, maintenance cost, efficiency, life cycle cost can be key elements in determinations of best economical bidder.

In this article by using real values taken from market we will show how LCC impacts on determining economical products in the period of product life.

**Keywords:** LCC, Maintenance, Cost, life cycle, Life cycle cost

## 1. GİRİŞ

Günümüz dünyasında malzeme bilimindeki gelişmelerin sonucunda hiç bakım gerektirmeyen ya da çok az gerektiren ürünler piyasaya arz edilmektedir. Üreticiler, kataloglarında ürün tanıtımı yaparken, uygun ortamın sağlanması durumunda, “uygula unut” kavramıyla ürünlerinin bakım maliyetlerin düşük olduğunu veya hiç bakım gerektirmediğinin vurgulamaktadırlar. Araştırmalar göstermektedir ki bir ürünü elde etme maliyeti toplam maliyetinin sadece %30’u kadardır. Buna dayalı olarak bir ürün veya sistemin alımında, tesisinde o sistemin o anki maliyetinden ziyade yaşam boyu maliyeti toplamına göre karar verilmesi kaynaklarımızın daha verimli kullanılması açısından çok büyük önem arz etmektedir. Yaşam boyu maliyeti (TCO, total cost of ownership) etkileyen önemli göstergeler tesis etme, işletme ve bakım maliyetleridir. LCC Analizi ile yaşam boyu maliyetinin çıkarılması karar vericiler için önemli bir veri olacaktır.

## 2. YAŞAM BOYU MALİYET, LCC

Yaşam Boyu Maliyet, LCC (Life Cycle Cost), bir sistemin tüm kullanım ömrü göz önünde bulundurularak, o sistemin tesis edilme ve işletilme maliyetlerinin tümünü kapsayan kavrama verilen addır[2]. LCC kavramı bir sistemin ve sistemi oluşturan elamanların tedarik etme, geliştirme, tesis etme, işletme ve bunlarla beraber oluşabilecek tüm yan maliyetleri kapsar. LCC analizi, bir sistem ya da ürünün tüm yaşam boyu üzerinden toplam maliyet hesabı yapmak için en etkili metottür[1]. EN 60300-3-3 standardına göre, bir varlığın yaşam döngüsü aşağıdaki evreleri içermektedir[4]:

- Geliştirme
- Yapım
  - Prototip
  - Test
- Üretim
- Kurulum
- İşletme
- Hizmetten Alma-Yenileme
- Bertaraf Etme

## 3. NEDEN LCC?

Satınalma yapılırken, alım bedeli genellikle ilk ölçüt, bazen de tek ölçüt olarak değerlendirilmekte, ona göre karar verilerek ürün veya sistemler seçilmektedir. Alım bedelinin tek ölçüt olarak dikkate alınması çok basittir, değerlendirmesi çok kolaydır fakat sıklıkla hem finansal olarak kötü sonuçlar hem de teknik problemler ortaya çıkarmaktadır. Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi LCC analizinde bir ürünün yaşam boyu maliyeti, varlığını devam ettirdiği süre sonuna kadar, ortadan kaldırma, yenileme masrafları da dikkate alınarak ortaya çıkacak maliyetlerin toplanması ile elde edilen bir değerdir. Dolayısıyla tek alım bedelini değil yaşam boyunca ortaya çıkacak tüm maliyetleri kapsamaktadır. Ürün veya sistem seçimi aşamasında yapılan değerlendirmeler, LCC analizi ile elde edilen yaşam boyu maliyetler ile birlikte yapıldığında daha sağlıklı karar vermeye katkı sağlayacağı açıktır. Birçok açıdan değerlendirildiğinde yaşam boyu maliyetlerin bilinmesi; toplam yatırım maliyetinin, bakım maliyetlerinin, işletme maliyetinin, yaşam süresinin bilinmesi karar verme sürecindeki anahtar faktörlerin kestirilmesi anlamına gelmektedir.

## 4. LCC ANALİZİ

Yaşam döngüsü maliyetleri hesaplamak için genel LCC formülü aşağıda verilmiştir.

$$LCC = \sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}$$

- LCC = Yaşam Boyu Maliyeti bugünkü değer,  
N = Çalışma içindeki yıl sayısı  
d = İndirim faktörü  
C<sub>t</sub> = Toplam maliyetler, bugünkü değer, ilk yatırım maliyeti dâhil.

Daha basit bir ifade ile yaşam boyu maliyetlerin bugünkü değerlerini topladığımızda;

$$LCC = YB + DB + SB + IB + BB + EB + DB$$

Yatırım, Değişim, Satış, İşletme, Bakım, Enerji ve Diğer giderlerin oluşturduğu bedellerin net bugünkü değer hesaplaması ile elde edilen toplam maliyet yaşam boyu maliyet olarak adlandırılır.

## 5. ÖRNEK ÇALIŞMA

Bu bölümde farklı örnekler vererek yaşam boyu maliyetlerini karşılaştırarak konunun önemini daha etkili bir şekilde dikkatlere sunmaya çalışacağız.

### 5.1. HAFİF RAYLI SİSTEM ARAÇLARI

İKİ FARKLI ARAÇ KARŞILAŞTIRMA TABLOSU		
Araç Özellikleri	A	B
Araç boyu (m)	40,87	33,5
Araç genişliği(m)	2,65	2,65
Yolcu kapasitesi (Oturak)	52	52
Yolcu kapasitesi (Ayakta m2 6 yolcu)	327	315
Toplam Yolcu Kapasitesi	371	367
Ayakta Yolcu Alanı (m2)	54,5	52,6
Konfor Oranı	8,43%	9,39%
Fiyat (Euro)	1.700.000	1.950.000
m2 de 6 yolcuya göre yolcu başına düşen fiyat (Euro)	4,582	5,313
Ağırlık Karşılaştırması	49	40
Enerji Tüketimi kw/km	5,8	4,7

Raylı sistem araçlarının karmaşık yapısından dolayı fonksiyonel arıza ve bakımların km bedelleri eşit kabul edilmiştir. Bu örnekte sadece enerji maliyetlerinin yaşam boyu maliyete etkisi dikkate alınmış, enerji sarfiyatı döviz bazında sabit olarak değerlendirilmiştir. Yolcu kapasitesi bir birine yakın fakat araçların kütlesi farklı olduğundan çarpıcı sonuçlar veren bu örnek tercih edilmiştir. Benzer çalışma yolcu başına tüketilen enerji miktarına göre de yapılabilir. Sonuç benzer olacaktır.

Örneğimizde 5 adet aracın 30 yıllık yaşam sürecinde yılda 90.000 km yol kat ettiğinde enerji tüketimindeki farklılıktan dolayı ortaya çıkacak olan sonuç üzerinde çalışılmıştır. Örneğimizde A aracının fiyatı ucuz, enerji sarfiyatı fazla, B aracının fiyatı pahalı enerji sarfiyatı daha azdır. Yukarıda da belirtildiği gibi LCC analizi diğer maliyetleri de içerecek şekilde çok yönlü olarak yapılması daha net sonuçlar verecektir. Sonucun çarpıcı ve anlaşılır olması için bu örnek tercih edilmiştir.

Adet	5	
Kullanım Yılı	30	
Ortalama Km/Yıl	90.000	
İndirim Oranı %	0,1	
Enerji Kw/saat	€ 0,12	
	A	B
Yatırım Maliyeti	€ 1.700.000	€ 1.950.000
Montaj Maliyeti	0	0
İşletme Maliyeti	0	0
Enerji Sarfıyatı kw	5,8	4,7
Bakım Maliyeti	0	0

**Tablo 1: Özellikler Tablosu**

Yıl	İşletme Maliyeti				Yatırım Maliyeti		LCC NBD	
	A	NBD A	B	NBD B	A	B	A	B
1	€ 9.396.000	€ 8.541.818	€ 7.614.000	€ 6.921.818	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 17.041.818	€ 16.671.818
2	€ 9.396.000	€ 16.307.107	€ 7.614.000	€ 13.214.380	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 24.807.107	€ 22.964.380
3	€ 9.396.000	€ 23.366.461	€ 7.614.000	€ 18.934.891	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 31.866.461	€ 28.684.891
4	€ 9.396.000	€ 29.784.056	€ 7.614.000	€ 24.135.356	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 38.284.056	€ 33.885.356
5	€ 9.396.000	€ 35.618.232	€ 7.614.000	€ 28.863.050	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 44.118.232	€ 38.613.050
6	€ 9.396.000	€ 40.922.030	€ 7.614.000	€ 33.160.955	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 49.422.030	€ 42.910.955
7	€ 9.396.000	€ 45.743.663	€ 7.614.000	€ 37.068.141	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 54.243.663	€ 46.818.141
8	€ 9.396.000	€ 50.126.967	€ 7.614.000	€ 40.620.128	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 58.626.967	€ 50.370.128
9	€ 9.396.000	€ 54.111.788	€ 7.614.000	€ 43.849.207	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 62.611.788	€ 53.599.207
10	€ 9.396.000	€ 57.734.353	€ 7.614.000	€ 46.784.734	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 66.234.353	€ 56.534.734
11	€ 9.396.000	€ 61.027.593	€ 7.614.000	€ 49.453.394	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 69.527.593	€ 59.203.394
12	€ 9.396.000	€ 64.021.448	€ 7.614.000	€ 51.879.450	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 72.521.448	€ 61.629.450
13	€ 9.396.000	€ 66.743.135	€ 7.614.000	€ 54.084.954	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 75.243.135	€ 63.834.954
14	€ 9.396.000	€ 69.217.395	€ 7.614.000	€ 56.089.958	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 77.717.395	€ 65.839.958
15	€ 9.396.000	€ 71.466.723	€ 7.614.000	€ 57.912.689	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 79.966.723	€ 67.662.689
16	€ 9.396.000	€ 73.511.566	€ 7.614.000	€ 59.569.718	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 82.011.566	€ 69.319.718
17	€ 9.396.000	€ 75.370.515	€ 7.614.000	€ 61.076.107	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 83.870.515	€ 70.826.107
18	€ 9.396.000	€ 77.060.468	€ 7.614.000	€ 62.445.552	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 85.560.468	€ 72.195.552
19	€ 9.396.000	€ 78.596.789	€ 7.614.000	€ 63.690.502	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 87.096.789	€ 73.440.502
20	€ 9.396.000	€ 79.993.445	€ 7.614.000	€ 64.822.274	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 88.493.445	€ 74.572.274
21	€ 9.396.000	€ 81.263.132	€ 7.614.000	€ 65.851.158	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 89.763.132	€ 75.601.158
22	€ 9.396.000	€ 82.417.392	€ 7.614.000	€ 66.786.508	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 90.917.392	€ 76.536.508
23	€ 9.396.000	€ 83.466.720	€ 7.614.000	€ 67.636.825	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 91.966.720	€ 77.386.825
24	€ 9.396.000	€ 84.420.655	€ 7.614.000	€ 68.409.841	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 92.920.655	€ 78.159.841
25	€ 9.396.000	€ 85.287.868	€ 7.614.000	€ 69.112.583	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 93.787.868	€ 78.862.583
26	€ 9.396.000	€ 86.076.244	€ 7.614.000	€ 69.751.439	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 94.576.244	€ 79.501.439
27	€ 9.396.000	€ 86.792.949	€ 7.614.000	€ 70.332.217	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 95.292.949	€ 80.082.217
28	€ 9.396.000	€ 87.444.499	€ 7.614.000	€ 70.860.197	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 95.944.499	€ 80.610.197
29	€ 9.396.000	€ 88.036.817	€ 7.614.000	€ 71.340.179	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 96.536.817	€ 81.090.179
30	€ 9.396.000	€ 88.575.288	€ 7.614.000	€ 71.776.527	€ 8.500.000	€ 9.750.000	€ 97.075.288	€ 81.526.527

**Tablo 2: LCC Analizi,**



**Şekil 1: Yaşam Boyu Maliyet Karşılaştırması**

Çıkan sonuçlara baktığımızda, her iki araç içinde yaşam boyu enerji tüketim masraflarının ve alım tutarının Net Bugünkü değerleri bize ekonomik olarak hangi aracın daha uygun olduğunu göstermektedir. A tipli raylı sistem aracını 30 yıllık yaşam boyu maliyetinin 97 milyon B tipli raylı sistem aracının 81 milyon olacağı görülmektedir.

## 5.2. MAKAS MOTORU

Bu kısımda raylı sistem hatları üzerinde tren manevrasına yönelik kullanılan makas motorlarının sahadan elde edilen veriler ışığında yaşam boyu maliyetlerini inceleyeceğiz.

Makas Motoru Karşılaştırması		
	A	B
İlk yatırım maliyeti	€ 10.000,00	€ 10.000,00
Süre YIL	10	10
Ortalama Mesafe km	10	10
Yevmiye saat	€ 5,00	€ 5,00
Mobilizasyon Maliyeti	€ 3,00	€ 3,00
İndirim Oranı	0,1	
Yıllık Bakım Adedi	3	1
Bakım Süresi	4	4
Bakım Elemanı	2	2
Ortalama Arıza / YIL	6	2
Arıza Giderme Süresi	2	3
Bakım Elemanı	2	2

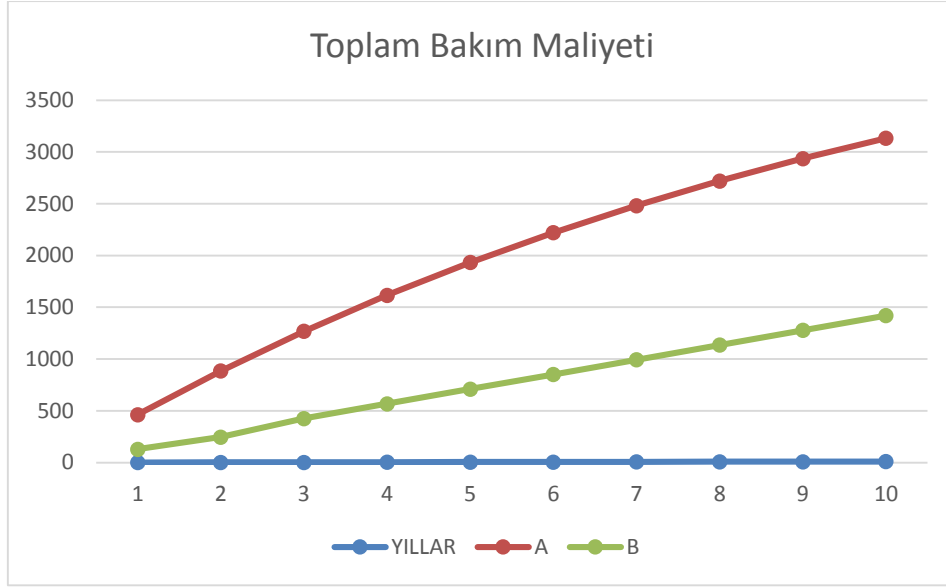
**Tablo 3:** Makas motorları teknik verileri

Tablo 2 den de anlaşılacağı üzere iki farklı makas motorunun arıza ve bakım verilerine göre on yıllık süre için toplam bakım maliyetlerini karşılaştıracacağız. Yatırım, montaj, işletme maliyetlerinin eşit olduğu kabul edilmiştir.

BAKIM Maliyeti LCC NBD					
Yıl	A	NBD A	B	NBD B	
1	€ 510	€ 464	€ 142	€ 129	
2	€ 510	€ 885	€ 142	€ 246	
3	€ 510	€ 1.268	€ 142	€ 426	
4	€ 510	€ 1.617	€ 142	€ 568	
5	€ 510	€ 1.933	€ 142	€ 710	
6	€ 510	€ 2.221	€ 142	€ 852	
7	€ 510	€ 2.483	€ 142	€ 994	
8	€ 510	€ 2.721	€ 142	€ 1.136	
9	€ 510	€ 2.937	€ 142	€ 1.278	
10	€ 510	€ 3.134	€ 142	€ 1.420	

**Tablo 4:** Makas motorları LCC Analizi

Tablo 4’de verilen sonuçlara göre ilk yatırım maliyetlerinin eşit olmasına karşın B tipi makas motoru on yıllık yaşam süresi dikkate alındığında daha avantajlıdır.



**Şekil 2:** Yaşam Boyu Maliyet Karşılaştırması

## 6. SONUÇ

Bu makalede, iki farklı örnekten yola çıkarak her iki örnek için belirli kabuller doğrultusunda yaşam boyu maliyetleri tespit etmeye çalıştık. Sonuçlar bize gösterdi ki ilk alım maliyetinden ziyade toplam elde etme maliyetinin dikkate alınması en ekonomik çözümün bulunması için çok önemlidir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışmada elde edilen veriler, ulaşılan bilgiler ve yürütülen faaliyetler için bütün Kayseri Ulaşım A.Ş. çalışanlarına ve bu tür çalışmalara verdiği destekten ötürü Kayseri Ulaşım A.Ş. Yönetimine teşekkür ediyorum.

## KAYNAKLAR

- [1] TS EN 50126-Demiryolu Uygulamaları-Güvenilebilirlik, Elde Edilebilirlik, Bakım Yapılabilirlik ve Güvenlik, (RAMS) Şartnamesi ve Gösterimi.
- [2] “Life Cycle Cost Optimisation” UITP Publications.
- [3] “Guideline for LCC and RAMS Analysis” INNTRACK GUIDELINE
- [4] EN 60300-3-3 Dependability Management, Part 3-3: Life Cycle Costing Analysis- Application Guide.