# Türkiye'nin IPv6'ya Geçiş Maliyetinin Öngörülmesi

**Ş. Sağıroğlu, H. Karacan, M. Alkan*, M. Hacıömeroğlu, U. Yavanoğlu**
Gazi Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
*Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü

**ÖZET**

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş süreci, son zamanlarda birçok gelişmiş ülkenin üzerinde çalışma yaptığı güncel bir konu halini almıştır. Ülkeler için en güvenli ve toplam maliyeti azami seviyede tutacak bir geçiş yönteminin seçilmesi çok kritik bir önem arz etmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin mevcut bilişim altyapısı, IPv6 geçişine hazır yazılım, donanım ve eğitilmiş personel durumu ve geçiş maliyetinin analizlerinin yapılabilmesi çeşitli anketlerle birçok yönden incelenmiştir. Anketlere birçok kamu kurumu ve üniversiteler katılmıştır. Anketlerin analizi sonucunda, Türkiye'nin mevcut bilişim kaynaklarının IPv6 protokolüne ne kadar hazır olduğu değerlendirilmiş ve tahmini geçiş maliyetinin 1023289417,51 TL olacağı belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler : Türkiye, IPv6, geçiş maliyeti, anket, bilişim altyapısı, donanım, yazılım, eğitim**

# Estimating Turkey's IPv6 Transition Cost

**ABSTRACT**

Transition process from IPv4 to IPv6 protocol is becoming a very popular study area which recently many developed countries are deeply considered researching on. It is crucial to decide a transition method which provides the most secure platform and minimizes the transition cost. In this study, current IT infrastructure, software, hardware and trained personal that is ready for IPv6 transition process of Turkey is reviewed based on a series of questionnaires. Many public institutes and universities participated to the questionnaires. By analyzing the questionnaires, readiness of Turkey's IT resources to IPv6 protocol have been evaluated and the estimated total cost of IPv6 transition is determined to be 1023289417.51 TL.

**Key words : Turkey, IPv6, transition cost, questionnaires, IT infrastructure, hardware, software, training**

## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnternet üzerindeki cihazların birbirleri ile iletişiminin temelini oluşturan adresleme yöntemi İnternet Protokolünün (Internet Protocol – IP) hali hazırda yaygın olarak kullanılan 4. Sürümü (IPv4) giderek büyüyen İnternetin ihtiyaçlarını karşılayamaz duruma gelmiştir. Dolayısıyla tüm ülkelerin İnternet Protokolünün yeni sürümü olarak tanımlanmış İnternet Protokolü sürüm 6'ya (IPv6) geçiş yapmaları kaçınılmaz bir durum teşkil etmektedir[1-3].

Öyle ise "bu geçişin maliyeti ülkemiz açısından ne olacaktır?" sorusunun cevabını bulmak her ülke için önemli olduğu kadar ülkemiz açısından da çok önemlidir. İşte bu çalışmada İnternet Protokolü 4. Sürümden 6. Sürüme geçişin olası maliyet analizi yapılacak ve çıkan sonuçlar değerlendirilecektir.

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş maliyeti, her ülkenin sahip olduğu bilişim altyapısının IPv6 destekleme oranına göre farklılıklar gösterecektir. Bu nedenle geçiş stratejileri belirlenirken her bir yöntem için maliyet analizinin de yapılması gerekmektedir. Bu amaçla kamu ve özel sektörün mevcut durumunun ve IPv6'ya geçilmesi durumunda duyacakları ihtiyaçların bilinmesi önem arz etmiş ve bunun için bir anket çalışması yapılmıştır. Proje kapsamında donanım, yazılım, ve eğitim olmak üzere üç ana maliyet grubu oluşturulmuş, buna ilave olarak son kullanıcı maliyetleri ile alternatif ve dolaylı maliyetler de dördüncü grupta dikkate alınmıştır. Bu gruplar şu şekilde tanımlanabilir: ***Donanım Maliyetleri,*** sabit karakterli maliyetler olup toplam tutarları üretim miktarına bağlı olmayan üretim artsa da azalsa da aynı kalan maliyetleri kapsar. ***Yazılım Maliyetleri*** yazılım tutarları ve miktarları ile belirlenir. Bunun hangi kaynaktan hangi bedelle alındığının bilinmesi gerekir. ***Eğitim Maliyetlerinde*** ise verilecek eğitimlerin "eğitim seviyesi x saat ücreti x toplam süre" formülüyle hesaplanmasıyla bu maliyet tespit edilecektir. Bu üç ana maliyet grubundan başka, hesaplanması gereken alternatif ve doğrudan/dolaylı maliyetler olmak üzere iki farklı maliyette de bulunmaktadır. **Son Kullanıcı Maliyeti** ise son kullanıcıların ihtiyaç duyduğu modemin fiyatı dikkate alınarak hesaplanmıştır. **Alternatif Maliyetler,** kurumun karşısında bulunan alternatiflerden herhangi birini seçmesi ile diğerlerinden vazgeçmesinin getireceği maliyettir. İşletmeler belirli bir beklenti ve sonuç elde etmek için bazı giderlere katlanmak ya da bazı beklenti ve sonuçlardan vazgeçmek durumunda kalıyorlarsa, ortaya alternatif maliyet kavramı çıkar. Alternatif maliyetlerin öngörülmesi için kurumun seçeceği geçiş metodunun gereksinimleri ve sınırlarının belirlenmesi de ayrıca önem taşımaktadır [4]. Böyle bir durumda işletme belirli bir alternatif seçmekte, seçilen alternatifin maliyetini, vazgeçtiği alternatifin kazancı ile karşılaştırmaktadır. Sonuçta vazgeçilen alternatif, seçi-

* *Sorumlu Yazar (Corresponding Author)*
*e-posta: ss@gazi.edu.tr*
*Digital Object Identifier (DOI) : 10.2339/2014.17.2 59-73*

len alternatifin maliyeti olarak değerlendirilmektedir. **Doğrudan / Dolaylı Maliyetler** ise kurumda IP dönüşümü için yapılan bir gider herhangi bir maliyet konusu ile ilişkili ise ya da o maliyet kalemine dağıtılabiliyorsa "doğrudan", ilişkilendirilemiyorsa "dolaylı maliyet" olarak adlandırılır. Literatürde benzer maliyet çalışmaları bulunmakla birlikte tahmin edilemeyen ücretlerinde ortaya çıkabileceği gösterilmiştir [5].

Yukarıda yapılan açıklamalar ışığında, kurumların geçiş maliyetlerinin sağlıklı olarak hesaplanabilmesi için belirtilen hususları da mümkün olduğunca içerisine alan anketler ile hazırlanmıştır. Anket değerlendirmeleri belirtilen bu hususlar dikkate alınarak yapılmıştır.

Bu makalede takip eden bölümler şu şekilde düzenlenmiştir: Bölüm 2'de literatürdeki çalışmalar özetlenmiştir. Bölüm 3'de yapılan anket çalışmaları, önceki değerlendirmeler, anketlerin tasarımı ve uygulanması konuları açıklanmıştır. Bölüm 4'de ise yapılan anketlerin sonuçları verilmiştir. Bölüm 5'de ise maliyet analizi çalışmaları açıklanmıştır. Bölüm 6'da ise geçişte IPv6 kullanıcı ve uzman maliyetleri hesaplamaları verilmiştir. Son bölümde ise elde edilen bulgular genel olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar dikkate alınarak tahmini geçiş bedeli hesaplamaları verilmiştir.

## 2. LİTERATÜRDEKİ ÇALIŞMALAR (STUDIES IN THE LITERATURE)

Son yıllarda IPv6 ile ilgili yapılan çalışmalarda artışlar mevcuttur. Çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde belirli ülkelere, bölgelere, teknolojilere has geçiş sistemlerini ele alan araştırmalar olduğu gibi, ülke ve teknolojik yapılardan bağımsız olduğunu belirten, bazıları da tamamen teknoloji odaklı çalışmalar da bulunmaktadır [6][7][8].

Türkiye'de IPv6 konusunda atılan ilk adım TÜBİTAK'a bağlı ULAKBİM'in 2003 yılında RIPE NCC'den "2001:A98: /32" IPv6 adres bloğunu alması ve böylelikle Avrupa Akademik ağı GEANT ile IPv6 bağlantısını gerçekleştirmesidir [9].

2007 yılında Türkiye'de BTK (Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu) koordinasyonu ile IPv6 Forum Türkiye kurulmuştur ve 2010 yılında global IPv6 forumuna üyelik gerçekleştirilmiştir [10].

Sağıroğlu ve arkadaşları TÜBİTAK KAMAG tarafından desteklenen "Ulusal IPv6 Protokolü Altyapısı Tasarımı ve Geçişi" projesi kapsamında kamu kurumları ve internet servis sağlayıcıları üzerinde bir anket çalışması yapmışlardır [11,12]. Bu anket çalışmasının amacı mevcut durumları saptamak ve elde edilen sonuçları değerlendirmektir. Yapılan analiz ve değerlendirmelerde maliyetlerin düşük çıktığı değerlendirildiğinden, anket çalışmalarının tekrar gözden geçirilmesi önerilmiştir.

Japonya'nın yapmış olduğu çalışmalarda IPv6'ya geçişte nasıl bir yol ve yöntem izlenmesi gerektiği farklı açılardan tartışılmış, öncelikle ağa bağlı uçların ve yönlendiricilerin güncellenmesi, diğer tarafta ise geçiş metodolojilerinin belirlenmesi ve uygun geçiş senaryolarının belirlenmesine yönelik öneriler yapılmıştır [1]. Bunun yanında mobil teknoloji operatörleri, internet servis sağlayıcıları ve diğer altyapı yüklenicilerinin beraber çözüm üretmeleri gerektiği vurgulanmıştır [2].

Yapılan pratik çalışmalarda ise DNS ve güvenlik duvarında oluşabilecek sorunlar [3], oturum açma problemleri [6], SIP tabanlı VOIP uygulamalarını inceleme [7], mobil ağların IPv6 uyumlu hale getirilmesi [8], IPv6 yönlendirme başlığındaki güvenlik açığını olası yaklaşımlarla engelleme [13], servis dışı bırakma ve servis aksattırma saldırılarına karşı koyma [14] gibi hususlar ele alınmıştır.

IPv6 konusunda yapılan projeler açısından bir değerlendirme yapıldığında u-Japonya [15] projesi 2010 yılında "herkes, her zaman ve her yerden her uygulama ile bir ağa erişim sağlayabilir" başlığı altında Japonya'nın "her yeri kapsayan ağ toplumu" olmasını hedeflemektedir [16]. Projenin diğer bir hedefi ise Japonya'yı dünyanın en gelişmiş bilgi teknolojileri ülkesi haline getirmektir. Japonya'daki 6 şirketin katılımıyla oluşturulan ve 2006 yılının Mart ayında tamamlanan Kame projesi [17] BSD tabanlı işletim sistemleri için IPv6 ve IPSec yığın uygulamalarını geliştirme amacını taşımaktadır. USAGI projesi, WIDE Projesi, IPv6-CJ [18], InternetCAR Projesi [19], Live-E Projesi [20] yapılan diğer projelerdir.

IPv6 çalışmalarının yoğun olarak yapıldığı bir diğer ülke Çin'dir. Çin Hükümeti, 2002 yılında IPv6 test ağı oluşturulması için 170 milyon dolarlık kaynak ayırmış, geliştirilecek olan teknolojilerin denenmesi için 6TNet test yatağı oluşturmuştur. IPv4 adres yetersizliğini en erken yaşayan ve 8 bakanlık ve devlet kurumu tarafından başlatılan CNGI [21] projesinde Çin, biri akademik (CERNET), beşi ana telekom operatörleri tarafından olmak üzere toplam altı IPv6 ağın, deneyler ve ticari denemeleri gerçekleştirebilmek amacıyla oluşturmuştur. Çin, Devlet Gelişme ve Reform Komisyonu ve Japonya Ekonomi Bakanlığının mali desteğini ortaklaşa sağladığı, omurgadaki bant genişliği 2,5 Gbps ve Japonya'daki uç bağlantıların 45 Mbps olduğu IPv6-CJ projesi [18,22], Çin Akademik ağı CERNET ve Japonya İletişim ve Bilgi Ağı Ortaklığı CIAJ tarafından ve her iki ülkeden yirmiden fazla Ar-Ge enstitüsünün de katılımıyla hayata geçirilmiştir. Yaklaşık 20 alt-projeye sahip IPv6-CJ projesi ile Beijing, Shanghai ve Guanghozu arasında yüksek hızda bir deneysel IPv6 ağı oluşturulmuş, Japonya'daki deneysel IPv6 ağı ile bağlantısı sağlanmış, anahtar teknolojilerin, çekirdek sistemlerin ve ilişkili servislerin geliştirilmesi sağlanmıştır. 2002'de yapımına başlanan Çin-Japonya IPv6 ağı, 2005 yılında tamamlanarak faaliyete girmiştir [22].

IPv6 konusunda, Güney Kore İletişim Bakanlığı tarafından oluşturulmuş IT839 başlıklı bir platform ve bir dizi stratejiler bulunmaktadır. Bu strateji kapsamında 2004 yılında KoreV6 [23] araştırma ağını oluşturmuş, IPv6'yı popüler hale getirmek ve IPv6 ekipman ve çözümlerinin işlevselliğinin doğrulanması hedeflen-

miştir. Bu amaca yönelik olarak KoreV6 ağı, İnternet, İstek Üzerine Görüntü (Video on Demand) ve IPv6 üzerinden ses (VoIP) gibi hizmetlerin hayata geçirildiği pilot uygulama ağı olma özelliğini de taşımaktadır. Bu ülkedeki gelişmelerin öncülüğünü Samsung ve LG gibi uluslararası saygınlığı olan şirketler yapmaktadır.

Hindistan Telekomünikasyon Düzenleme Otoritesi TRAI [24], dünyadaki IPv6 çalışmalarının Hindistan ayağının yürütücülüğünü yapmaktadır. TRAI, Ağustos 2005 yılında IPv6 geçiş aşamaları için önerileri içeren bir bildiri [25] yayımlamıştır. IPv6'ya geçiş konusunda plan hazırlayan Hindistan'ın, devlet desteğiyle oluşturulmuş IPv6 forumları [26] bulunmaktadır. Cisco, SUN, IBM, Samsung gibi büyük şirketlerin Hindistan'da bulunan Ar-Ge üsleri bu ülkedeki IPv6 geliştirme çalışmalarına destek olmaktadır.

2001 yılında Avrupa IPv6 Görev Gücü ve IPv6 Forum çalışmaları başlatılmış, bu alanda Avrupa'nın önemli bir yol kat etmesini sağlamıştır. Avrupa Birliği 6INIT, 6WINIT, 6NET, 6DISS ve Euro6ix gibi projelere 100 milyon avrodan fazla kaynak aktarılmıştır. 6INIT projesi [27], IPv6 ağlarının birbirleriye ve IPv4 ağlarıyla bağlanabilirliği, IPv6 uygulamalarının birbiriyle bağlanabilirliği, telefon ve çoklu ortam hizmetlerinin hayata geçirilmesi ve yeni IPv6 uygulamalarının geliştirilmesi konularında çalışmak amacıyla başlatılmış bir projedir. 6WINIT [28] projesi benzer çalışmaların kablosuz ve geniş alanlı hücresel ağlarda yapıldığı; buna ek olarak kişisel ve terminal hareketlilik konularının ve sabit ve hareketli uçların karışık halde bulunduğu geniş ölçekli geçişlerde yetkilendirme, adres çözümü, IPSec dahil olmak üzere uçtan uca güvenlik, mobil IP, hizmet kalitesi, çoklu dağıtım gibi konuların araştırıldığı bir projedir. 6NET projesi [29] kapsamında, IPv6 konuşlandırması ve geçişi konularında deneyimi artırma, yeni IPv6 uygulama ve servislerini deneysel olarak araştırabilmek amacıyla 16 Avrupa ülkesini birbirine bağlayan yalın bir IPv6 ağı oluşturulmuştur. 30 Haziran 2005'te tamamlanan 6NET projesinin yaygınlaştırma, eğitim ve destek etkinlikleri 6DISS projesi [30] ile devam ettirilmektedir. Avrupa IST (Bilgi Toplumu Teknolojileri) Programı tarafından fonlanan en büyük proje olan Euro6ix projesi, tüm Avrupa'nın IPv6'ya hızlı geçişine destek olma hedefini taşımaktadır. Bu hedefe yönelik olarak, Euro6ix projesinin ilk amacı [31], küresel İnternet'in hiyerarşik yapısını izleyen bir IPv6 yalın ağının tasarlanması; tasarlanan bu ağın konuşlandırılması; ağın ve ağ üzerindeki ileri düzey hizmetlerin işletilebilmesi için gereken tekniklerin, algoritmanın ve ana protokolün denenmesidir. Euro6ix projesi kapsamında oluşturulan ağ, gelecekteki IPv6 ağlarının performansını ölçmek, ticari olmayan IPv6 ileri düzey uygulamaları ve servislerini denemek isteyen belirli kullanıcı gruplarına hizmet vermek, IETF ve RIPE gibi standart organizasyonları, üçüncü partiler, forumlar ve GÉANT, 6WINIT ve 6NET gibi ilgili diğer projelerle irtibat ve koordinasyonun sağlamak amacını gütmektedir [32].

Avrupa IPv6 Görev Gücü'nün yayınladığı Avrupa IPv6 Yol Haritası [33] belgesinde Fransa gibi ülkelerin Fransa IPv6 Görev Gücü [34] çalışmalarına dikkat çekmiş ve "Fransa'da IPv6 Teknolojilerinin Geliştirilmesi ve Uygulanmasına Yönelik Stratejik Plan İçin Öneriler" başlıklı belgeyi [35] yayınlamıştır. İspanya'da IPv6'ya geçiş çalışmalarının koordinasyonu İspanya hükümeti tarafından desteklenen İspanya IPv6 Görev Gücü tarafından yürütülmektedir [36] Avusturya'da, 2003 yılında sunulan ülke çapında geniş bant politikasındaki eksik parça olarak değerlendirilen IPv6 konusundaki çalışmaları Avusturya hükümeti tarafından desteklenen IPv6 Görev Gücü [37] koordine etmektedir. Almanya'daki IPv6'ya geçiş çalışmaları 2004 yılında Alman Savunma Bakanlığı'nın özellikle üreticiler ve servis sağlayıcılarının desteğini alabilmek amacıyla çalışmalar başlatılmış, 2008 yılından beri Alman IPv6 Birliği tarafından "Alman IPv6 Zirvesi" yapılmaktadır [38]. Finlandiya Telekomünikasyon Düzenlemeleri Kurumu olan Ficora, Finlandiya IPv6 Görev Gücü'nün yöneticiliğini yapmaktadır [39]. Portekiz'de IPv6'ya geçiş konusundaki bilinçlendirme ve yaygınlaştırma faaliyetlerini Portekiz IPv6 Görev Gücü [40] yürütmektedir. FCCN [41] tarafından yönetilen RCTS akademik ağı 2003 yılından itibaren Avrupa Akademik Ağı GEANT'a IPv6 bağlantısı sağlayabilmektedir. İrlanda hükümeti, IPv6 çalışmaları konusunda Wattford Teknoloji Enstitüsü'nü merkez olarak belirlemiştir. Sonuç olarak, birçok Avrupa ülkesinde IPv6 ile ilgili AR-GE faaliyetleri, devlet desteğiyle oluşturulan IPv6 Görev Gücü ekiplerince yürütülmektedir.

ABD hükümeti tarafından yayınlanan "Bilgi İşlem Merkez Müdürlükleri İçin Bilgi Notu (Memorandum For the Chief Information Officers)" [42] başlıklı belgede IPv6 geçiş sürecinde yapılması gerekenler, 15 Kasım 2005 tarihine kadar;

a) geçiş planı için bir yönetici atanması ve geçiş aşamasının planlanması,
b) kurumun elinde olan yönlendirici, anahtarlama cihazı, güvenlik duvarı vb cihazlar için envanter çalışması yapılması,
c) ilk aşamada envantere dahil edilmemiş tüm IP konuşan cihaz ve teknolojilerin envantere dahil edilmesine başlanması
d) IPv6'ya geçiş sürecinin mali boyutunun araştırılması ve IPv6'ya geçiş aşamasındaki risklerin belirlenmesine başlanması

olarak sıralanmıştır. Şubat 2006 tarihine kadar kurum için IPv6 geçişi için zaman planının oluşturulması, IPv6 ile ilgili politika ve yaptırım mekanizmalarının geliştirilmesi, kurum paydaşları için eğitim materyali oluşturulması, IPv6 uyumluluk ve birlikte çalışabilirlik için bir test planının oluşturulması, aşamalı IPv6 geçiş planının oluşturulması, ağların kurulması ve izlenmesi ve IPv6 geçişinin gerektirdiklerinin devam eden bir süreç şeklinde güncellenmesi; 30 Haziran 2006 tarihine kadar tüm IP konuşan cihaz ve teknoloji envanteri

çıkarma ve mali boyutun araştırılarak risk belirleme çalışmalarının tamamlanması; 30 Ağustos 2008 tarihine kadar ise tüm kurum ağlarının omurgalarının çift yığın veya yalın IPv6 olarak IPv6 trafiğini taşımaya hazır halde olması olarak belirlenmiştir.

ABD Ticaret Bakanlığı Ulusal Standartlar ve Teknoloji Enstitüsü (NIST) ve Ulusal Telekomünikasyon ve Bilgi İdaresi'nin (NTIA) oluşturduğu görev gücü, ABD için IPv6 geçiş sürecini teknik ve ekonomik açıdan incelemiş ve bulgularını bir rapor halinde yayınlamıştır [43]. IPv6 geçişinin getireceği yararların yanı sıra maliyet, güvenlik, birlikte çalışabilirlik ve geçiş sürecinde hükümetin rolü konularının çok yönlü olarak değerlendirildiği bu raporda, tüm dünyanın açıkça IPv6'ya geçmekte olduğuna ve sadece IPv6 üzerinde veya IPv6'da daha verimli çalışan uygulamaların artmasıyla ABD ekonomisinin uzun vadede rekabetçi konumunda sorunlarla karşılaşabileceği de belirtilmiştir.

IPv6'ya geçiş konusunda liderlik yapan ülkelere ait değerlendirme çizelgesi Tablo 1'de verilmiştir. Ar-ge çalışmaları düşük, orta, yüksek ve çok yüksek seviyede olan ülkelerin IPv6 altyapısının kurulması, genişletilmesi ve yaygınlaştırılmasına büyük katkılar sağladıkları görülmektedir. Genel olarak IPv6 çalışması yapan ülkelerin geçiş maliyetini yüksek ve uzun dönemli olarak hesapladıkları, bu maliyetlerini de teknolojiyi kullanmadan veya değiştirmeden ziyade dünyaya teknoloji geliştirmek, satmak ve bu konuda yönlendirici veya söz sahibi olmayı temel olarak hedefledikleri görülmektedir.

linden daha fazla oranda IPv6'ya geçiş yaptığı görülmektedir [44].

Ülkemizdeki genel durum değerlendirildiğinde [9,11,12,45]; ülkemizde ilk çalışmaların 2001'de başlaması olumlu olsa da gelinen noktada geçiş desteği, çalışmalar ve projeler değerlendirildiğinde düşük olduğu görülmektedir. Dünya genelinde yapılan çalışmalarda kamu kurumlarının bütçelerini geçişten önce düzenlemelerinin gerekliliği vurgulanmaktadır [46].

## 3. ANKETLERİN TASARLANMASI (DESIGN OF SURVEYS)

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçişte çeşitli donanım ve yazılım uyumsuzluklarının giderilmesi ve güvenliğin sağlanması gerekliliklerinden dolayı oluşacak ek maliyete yönelik analizinde kullanılan anketlerin tasarlanması sırasında ilk olarak konu ile ilgili yazarların bir önceki çalışmasında, tasarlanmış olan anketlerden elde edilen çıktıların incelemesi gerçekleştirilmiştir [12]. Çalışmada elde edilen bulgular ile yeni yapılan çalışma aşağıda verilen alt başlıklarda açıklanmıştır.

### 3.1. Önceki Çalışmaya Ait Anketlerin Değerlendirilmesi (Evaluation of Previous Studies)

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş maliyetiyle ilgili yazarların bir önceki çalışmasında [12], IPv6'ya geçişte en önemli unsurların yazılım, donanım ve insan gücü olacağı belirlenmiş ve maliyet analizi çalışmalarını yapmak için, anket soruları belirtilen hususların tespit edilmesine yönelik olarak hazırlanmıştır. Bu amaçla

Tablo 1. Ülkelerin IPv6 geçiş projeleri ve çalışmaları ile IPv6 destek seviyeleri.

| | **Ar-Ge Çalışmaları** | **Geçiş Projesi** | **IPv6 Desteği** |
|---|---|---|---|
| Japonya | Çok Yüksek | u-Japonya [15] | Yüksek |
| Çin | Yüksek | Çin'in Yeni Nesil İnterneti (CNGI) [21] | Orta |
| ABD | Yüksek | The Connections II IPv6 Transition Project Statement of Work (SOW) [61] | Orta |
| Avrupa | Orta | IPv6 Görev Gücü [33][34][36][37][40] | Orta |
| Kore | Orta | KOREAv6 [23] | Yüksek |
| Hindistan | Düşük | Tek bir proje yok, Ülkede bulunan teknoloji şirketlerinin yatırımları var. | Düşük |
| Türkiye | Düşük | Ulusal IPv6'ya Geçiş Projesi[9] | Düşük |
| Fransa | Orta | Fransa IPv6 Görev Gücü [34] | Orta |
| Almanya | Yüksek | Alman IPv6 Zirvesi[38] | Yüksek |
| Finlandiya | Orta | Finlandiya IPv6 Görev Gücü [39] | Orta |
| İspanya | Orta | İspanya IPv6 Görev Gücü [36] | Orta |
| Avusturya | Orta | Avusturya IPv6 Görev Gücü [37] | Orta |
| Portekiz | Orta | Portekiz IPv6 Görev Gücü [40] | Orta |

Maliyet açısından yapılan değerlendirmede ise Amerika'nın 20 milyar doların üzerinde bir maliyet beklediği, bu maliyetin büyük bir kısmının eğitim ve insan kaynağının oluşturacağı ve geçiş süresinin tamamlanmasının is 25 yıl alacağını öngörmüşlerdir. Buna karşın Nisan 2009 itibariyle Avrupa'nın Amerika gene-

ülkemizdeki tüm kamu kurumlarından bilgi talep edilmiş olup ankete cevap veren 108 kamu kurumu (üniversiteler dâhil) için anket sonuçları değerlendirilebilmiştir. Bu sonuçlara göre belirlenen her bir kalem için maliyet analizi çıktıları Tablo 2'de verilmektedir.

Tablo 2. Kurum ve üniversitelerin toplam IPv6 geçiş tahmini maliyetleri

| Maliyet Türü | Maliyet Tutarı (TL) |
|---|---|
| **Donanım** | **37812200** |
| **Yazılım** | **99594000** |
| **Eğitim** | **14935000** |
| **Kurum Ve Üniversiteler İçin Tahmini Maliyet** | 52846794 |

Sağıroğlu ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [12], kamu kurumları ve üniversitelerden ankete beklenen düzeyde ilgi gösterilmemesi veya anketlerin doldurulmaması sebebiyle elde edilen maliyet değerlerinin gerçeği çok yansıtmadığı değerlendirilmiştir. Ankete verilen cevaplar tutarlı olsa da ankete cevap verenlerin ekonomik değerleri detaylandıramadığı ve bununla birlikte eğitim, işgücü ve yazılım maliyetlerinin gözden kaçtığı görülmüştür. Konu ile ilgili bilgi eksikliği olduğu görüldüğünden verilen değerlerin gözden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu sebeple, bu anketin farklı parametreler ve özel örnekler seçilerek gözden geçirilmesine karar verilmiş ve yeni bir anket çalışması gerçekleştirilmiştir. Yeni anket çalışmasına ait detaylar Bölüm 3.2'de detaylı olarak verilmiştir.

### 3.2. Yeni Anketlerin Tasarlanması (Design of New Surveys)

Maliyet analizi çalışmalarında, özellikle yazılım maliyeti güvenilir ve sağlıklı bir biçimde alınamadığından eksik verileri tespit edilen kurum, üniversite ve internet servis sağlayıcı şirketlere yeni bir anket tasarlanıp gönderilmiştir. Bu anketteki istenilen veriler bir üniversitede, bir kurumda ve bir şirkette bulunması gereken yazılımların ne olabileceği araştırılarak her biri için ayrı ayrı oluşturulmuştur. Bu anketlerdeki tabloda sıralanan yazılımların kullanılıp kullanılmadığı ve kullanılıyorsa bu yazılımın öngörülen maliyetlerine ilişkin sorular yer almaktadır.

Bu anketlerin başlangıç kısmında; Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi'nin Gazi Üniversitesi, BTK, TÜBİTAK–ULAKBİM ve Çanakkale 18 Mart Üniversitesi ile birlikte KAMAG desteğiyle ve Türkiye'nin IPv6'ya geçiş aşamasındaki yol haritasının belirlenmesi ve IPv6'ya geçiş aşamalarının planlanarak geçiş takviminin oluşturulmasını sağlamak amacıyla yapıldığı belirtilmiştir. Türkiye'de IPv6'ya geçişin maliyet analizi yapılarak geçiş yöntemlerinin hangisinin daha uygun ve verimli olacağının bir karar destek sistemi ile değerlendirilmesi planlanmış, geçiş süresinde ve sonrasında oluşabilecek güvenlik sorunlarının araştırılması ve belirlenecek muhtemel problemlere yönelik çözüm önerileri geliştirilmesi hedeflenmiş olduğu belirtilerek projenin kapsamı ve süreçleri hakkında bilgilendirme yapılmıştır. Yapılan yeni anket çalışmasının kurumlardan, üniversitelerden ve şirketlerden eksikliğini duyduğumuz yazılım maliyetlerine yönelik doğru veriler elde edilmesi ve dolayısıyla doğru yaklaşımlar elde edilmesinin projenin başarılı sonuçlanabilmesi için büyük önem arz ettiği belirtilmiştir. Böylelikle, güvenilir ve sağlıklı sonuç üretebilmek için söz konusu bilgilerin tekrar neden talep edildiğinin gerekçesi açıklanmıştır.

Ankette kitledeki tüm birimlerin kapsama alınarak, örneğe çekilme şansı verilmesi çok önemli olduğu için anketin gönderileceği kurumlar seçilirken istenen bilgileri elde etmeye uygun bir seçim yapılmasına özen gösterilmiştir. Bu kapsamda, hazırlanan yeni anketler kurum/kuruluş tipine uygun olarak belirlenen üniversite, İSS ve kurumlara gönderilmiştir. Elde edilen verilerin daha iyi yorumlanabilmesi amacıyla kurumlar, üniversiteler ve internet servis sağlayıcıları için ayrı ayrı maliyet formülasyonu çalışmaları uzman görüşleri alınarak yapılmıştır (Bkz. Bölüm 5). Bu sayede proje maliyetlerinin sağlıklı sonuçlar üretebilmesi hedeflenmiştir.

Anketin doldurulması aşamasında gelebilecek tüm soru ve yorumlar için bir yardım masası oluşturulmuş ve tüm ilgililerin konuyla ilgili talep ettikleri bilgilere ulaşımı sağlanmıştır[1].

## 4. ANKET SONUÇLARI (Survey Results)

Gönderilen anketler bir İSS, bir kamu kurumu ve bir üniversite tarafından doldurulmuştur. Anket sonuçları aşağı verilmektedir.

### 4.1. İnternet Servis Sağlayıcısı (İSS) Anket Sonuçları (Internet Service Providers Survey Results)

Sadece bir İSS'den gelen bilgilere göre, doldurulması talep edilen tabloda yer alan uygulamaların hepsinin servis olarak satın alınmakta olduğu, bundan dolayı herhangi bir bilgi alınamadığı şeklinde bilgilendirilme yapılmıştır. Bununla birlikte şirketin IPV6'ya geçiş konusunda proje yönetimi ve IPv6 uygulama maliyetini yaklaşık olarak 1000000 TL civarında olacağı tarafımıza iletilmiştir.

### 4.2. Üniversite Anket Sonuçları (Universities Survey Results)

Bir üniversitenin Bilgi İşlem Dairesi Başkanlığının anketlere vermiş olduğu cevaplar değerlendirilmiştir. Personel, muhasebe, demirbaş takip, online web porteli ve istatistik bilgi sistemlerinin kullanıldığı ve bu bilgi sistemlerinin IPv6'yı desteklemediği belirtilmiştir. Kullanılan güvenlik programları, sunucu yazılımı, işletim sistemi, ofis dokümantasyon yazılımlarının ise IPv6'yı desteklediği ifade edilmiştir. Öngörülen maliyetler ise personel ve muhasebe bilgi sistemi için **10000 TL**, demirbaş takip bilgi sistemi için **15000 TL**, çevrimiçi web portalı ve istatistik bilgi sistemi için **5000 TL** şeklindedir.

Personel ve muhasebe bilgi sistemi, çevrimiçi web portalı, istatistik bilgi sistemi çalışılacak personel+süre olarak açıklanmıştır. Güvenlik programı olarak Linux Güvenlik Duvarı, işletim sistemi olarak Windows XP SP2, Windows Vista, Windows 7 vb, ofis dokümantasyon

[1] Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü bünyesinde oluşturulan yardım masası sayesinde üniversite ve kurumlar tarafından yöneltilen sorulara hassasiyetle cevap verilerek anketlerin doğru biçimde ve amaca uygun olarak doldurulması sağlanmıştır.

yazılımları olarak MS Office 2007, OpenOffice yazılımlarının kullanıldığı belirtilmiştir.

### 4.3. Kurum Anket Sonuçları (Institutions Survey Results)

Bir kurumdan gelen bilgiler şu şekildedir: IPv6 desteği olan birinci yazılım sisteminin maliyeti 6 milyon TL (2007)'dir. IPv6 desteği olan ikinci yazılım sisteminin maliyeti ise 7 milyon TL (2005)'dir. Üçüncü yazılım sisteminin IPv6 desteği yok ancak MMS yazılımlarının bulunduğu Windows Terminal Server 2003 IPv6 desteği sağlamaktadır ve bu sistemin maliyeti ise 9 milyon 144 bin TL'dir. Üç sistem içinde verilen maliyetler tüm sistemi kapsamakta olup; yazılım/donanım maliyeti ayrımı yapılamamaktadır.

IPv6 desteği olmayan yazılımların maliyetleri birinci yazılım modülü için 52000 TL (2009), ikinci programın maliyeti 1947 TL (2009), üçüncü Otomasyon Sistemi'nin maliyeti ise 6375 TL (2009)'dir.

IPV6 desteği olmayan ancak yazılımın bulunduğu Windows Terminal Server 2003 IPv6 desteği sağlayan birinci programın maliyeti 50000 TL (2009), ikinci yazılımın maliyeti ise 19672 TL (2004)'dir.

## 5. MALİYET ANALİZİ (Cost Analysis)

Proje kapsamında IPv6'ya geçiş maliyetinin hesaplanması ve uygun geçiş stratejilerinin belirlenmesi ve ihtiyaç duyan taraflara bu konularda yol gösterilmesine yönelik olarak önemli verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Bu hedefler doğrultusunda Proje süresince ilgili tarafların katılımı ve işbirliği ile ülke çapında bir maliyet değerlendirmesi yapılmıştır. Bu kapsamda eksikliğini duyduğumuz yazılım maliyetlerine yönelik doğru veriler elde edilmesi ve dolayısıyla doğru yaklaşımlar yapılması Projenin başarılı sonuçlanması açısından büyük önem arz etmektedir.

Yapılan ikinci ankette, hedeflenen çıktılar alınsa da yazılım maliyetlerinin kurumlar tarafından iyi belirlenmediği veya ankete yansıtılamadığı değerlendirilmektedir. Sonuç olarak yapılan iki anketin verilerinden faydalanılarak kurumlar, üniversiteler ve internet servis sağlayıcılar için ayrı ayrı maliyet formülasyonu çalışmaları yapılmış ve sonuçta maliyetler uzman görüşleri ve literatür bilgilerinden faydalanılarak oluşturulmuştur. Bu sayede proje maliyetlerinin sağlıklı sonuçlar üretebilmesinin sağlanması amaçlanmıştır. Yapılan işlemlere ait detaylar alt başlıklar altında verilmiştir.

### 5.1. Kurumlar İçin Oluşturulan Maliyet Formülasyonu ve Uygulaması (Organizations Cost Formulation and Implementation)

Kurumlar öncelikle kendi içinde küçük, orta ve büyük kurum olmak üzere 3 grupta toplanmıştır. Bu gruplamaya göre de her bir grupta bulunması gereken yazılımlar belirlenmiş ve bu yazılımların beklenen maliyetleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar, literatür ve uzman görüşüyle birlikte ilk ankette elde edilen sonuçlar dikkate alınarak belirlenmiştir.

**Küçük ölçekli kurumlar** için bulunması gereken en az yazılım ve miktarları Tablo 3'de belirlenmiştir.

Tablo 3. Küçük ölçekli kurumlarda bulunması gereken yazılımlar.

| | |
|---|---|
| İşletim Sistemi | 198 TL [47] |
| Temel Yazılım | 679 TL [48,49] |
| Anti virüs/Güvenlik Yazılım | 99 TL [50] |
| TOPLAM | 976 TL |

**Orta ölçekli kurumlar** için bulunması gereken en az yazılım ve miktarları Tablo 4'de belirlenmiştir.

Tablo 4. Orta ölçekli kurumlarda bulunması gereken yazılımlar

| | |
|---|---|
| İşletim Sistemi | 198 TL [47] |
| Temel Yazılım | 679 TL [48,49] |
| Güvenlik Yazılımı | 99 TL [50] |
| Muhasebe Yazılımı | 4450 TL [51] |
| Sunucu İşletim Sistemi (25 kullanıcı için) | 6419 TL, her bir +5 kullanıcı için 320 TL [52] |
| Veritabanı Sunucusu (5 kullanıcı için) | 2968 TL, her bir ek kullanıcı için 260 TL[53] |
| TOPLAM | 14813 TL |

**Büyük ölçekli kurumlar** için bulunması gereken en az yazılım ve miktarları Tablo 5'de belirlenmiştir.

Tablo 5. Büyük ölçekli kurumlarda bulunması gereken yazılımlar

| | |
|---|---|
| İşletim Sistemi | 198 TL [47] |
| Temel Yazılım | 679 TL [48,49] |
| Güvenlik Yazılımı | 99 TL [50] |
| Muhasebe Yazılımı | 4450 TL [51] |
| Sunucu İşletim Sistemi (25 kullanıcı için) | 6419 TL her bir +5 kullanıcı için 320 TL [52] |
| Veritabanı Sunucusu | 76238 TL [54] |
| Ağ Gözlemleme Yazılımı (Enterprise Unlimited Site License) | 9389 TL [55] |
| TOPLAM | 97472 TL |

### 5.2. Özel Yazılımlar İçin Maliyet Belirleme Kriterleri ve Formülasyonu (Cost Determination Criteria and Formulation for Custom Softwares)

Bu yazılımların maliyetinin doğru ve sağlıklı olarak belirlenmesi için daha önceki ankette elde edilen veriler analiz edilerek belirli katsayılar belirlenmiştir. Bu katsayılar Denklem 1'de kullanılarak özel yazılımların yaklaşık maliyetleri hesaplanabilmektedir.

$$OY=[BIPS*0,13+TYS*0,26+OY*0,06+SKS*0,1+EDH*0,21+TRS*0,02+VTH*(SKS/10)*0,18+YGR*0,02+SAG*0,02]*100*4$$

Denklem 1. Temel Formül (Basic Formula)

Denklem 1'deki kısaltmalar sırasıyla şöyledir:

BIPS (bilgi işlem personeli sayısı): Bilgi işlem personeli, kurumun bilgi ve iletişim altyapısının devamlılığını sağlamak ve yapıyı kontrol altında tutmak için özel yazılımlara ihtiyaç duyabilir. Kurumların bilgi işlem bölümleri genellikle yardımcı hizmet birimi olarak görev yaparlar. Bu nedenle kurumun ihtiyacı olan özel yazılım maliyeti üzerinde çok büyük pay sahibi değillerdir. Bu nedenle BIPS parametresinin formüle katkısının %13 olarak belirlenmiştir.

TYS (toplam yazılım sayısı): Kurum yazılımcıları, kurumun ihtiyacı olan özel yazılımları geliştirebilecekleri için toplam yazılımcı sayısı parametresinin özel yazılımlar maliyet formülüne katkısının daha büyük olması düşünülmüş ve %26 olarak belirlenmiştir.

OY (özel yazılım): Hali hazırdaki özel yazılım maliyetini belirtmiş kurumlar için ileride sorun çıkmaması adına ve maliyetlerin bir miktar artabileceği göz önünde bulundurularak toplam özel yazılım maliyetine hali hazırdaki özel yazılım maliyetinin düşük de olsa pozitif yönde etki etmesi düşünülmüştür. Bu nedenle OY parametresinin katsayısı %6 olarak belirlenmiştir.

SKS (son kullanıcı sayısı): Son kullanıcılar genellikle standart yazılımlar ile işlerini yapabilirler. Buna karşılık son kullanıcı sayısının artmasıyla birlikte bunun kuruma getireceği yük ve güvenlik gibi sorumluluklar olabilir. Bu bağlamda son kullanıcı sayısının özel yazılım maliyetine katkısı %10 olarak öngörülmüştür.

EDH (e-devlet hizmetleri): E-devlet hizmeti, fiziksel altyapıdan yazılım ve güvenlik ihtiyacına kadar birçok unsuru bünyesinde barındıran bir yapıdır. Gelişen teknolojilerle birlikte e-devlet hizmetleri de sürekli olarak gelişmekte ve hizmetlerin sunum yöntemlerinde farklılıklar yaratabilmektedir. Bu da e-devlet hizmetinin devamlılığı için yeni özel yazılımlar gereksinimini doğurmaktadır. Bu nedenle e-devlet hizmeti verilmesinin, özel yazılım maliyetine katkısının %21 gibi büyük bir değer olması öngörülmüştür.

TRS (toplam router sayısı): Yönlendiriciler kurumların iletişim altyapısına omurga görevi gören bileşenlerdir. Yönlendiricilerin yönetilmesi için gerekli olan yazılımlar kendi üzerinde bulunmasına rağmen yönlendirici sayısının artmasıyla birlikte yük dağılımı ve güvenlik gibi unsurların dikkate alınması gerekebilir. Bu nedenle toplam yönlendirici sayısının özel yazılım maliyet oranına katkısının %2 olmasına karar verilmiştir.

VTH (veri tabanı hizmeti): Veri tabanı hizmeti için bir veri tabanı yönetim sistemi kullanılması yeterlidir. Ancak son kullanıcıların veri tabanını daha etkin bir biçimde kullanabilmeleri için bir takım özel yazılımların geliştirilmesi ve bu yazılımların ihtiyaca göre güncellenmesi kaçınılmazdır. Bu nedenle veri tabanı hizmetinin verilmesi özel yazılım maliyetini %18 gibi yüksek bir oran ile etkileyecektir.

SAG (ağ ve güvenlik yöneticilerinin görevleri): Sistemci, ağ ve güvenlik yöneticilerinin görevlerini yerine getirebilmeleri için bir takım özel güvenlik ağ izleme, yük dengeleme yazılımlarına ihtiyacı olabilir. Bu görevler genellikle cihazlar ve standart yazılımlar ile yerine getirilebilmesine rağmen kurumun ağ topolojisine göre özel yazılımlara ihtiyaç duyulabilir. Bu nedenle sistemci, ağ yöneticisi ve güvenlik uzmanı sayısının özel yazılım maliyet formülüne katkısının %2 olması kararlaştırılmıştır.

YGR (Yazılım Güncellemesi ile Destekleyebilecek Yönlendirici): Yönlendiricilerin bellenim (firmware) güncellemeleri üretici firmalar tarafından sağlanır. Bu güncellemeler ile birlikte cihazlarda meydana gelebilecek değişikliklerin yük dengeleme, ağ izleme ve güvenlik unsurlarına bir yansıması olacaktır. Bu durumda ilgili özel yazılımların da güncellenmesi gerekebilir. Bu nedenle YGR parametresinin formüle katkısının %2 olması öngörülmüştür.

Denklem 1'deki katsayılar toplamı 1 olarak belirlenmiş ve bu toplam bütün katsayılara yüzde biçiminde dağıtılmıştır. Toplam çıkacak olan miktarı tekrar yüzde yüze çıkarabilmek için formül 100 ile çarpılmaktadır. Denklem 1 çarpanı da eşik değer olarak belirlenmiştir ve miktarı gerçek değerlere yaklaştırmaktadır. Denklem 1-4 arasında kullanılan parametrelere ait eşik değerleri Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Denklem 1-4 arasında kullanılan eşik değişkenlerin değerleri

| Parametre | Eşik Değer |
|---|---|
| Bilgi işlem personel sayısı [BIPS] | 0,13 |
| Toplam yazılımcı sayısı[TYS] | 0,26 |
| Son kullanıcı sayısı[SKS] | 0,1 |
| E-Devlet Hizmeti Veren[EDH] | 0,21 |
| Toplam yönlendirici sayısı[TRS] | 0,02 |
| Veri tabanı hizmeti veriliyor mu? [VTH] | 0,18 |
| Sistemci, Ağ Yöneticisi, Güvenlik Uzmanı [SAG] | 0,02 |
| Yazılım Güncellemesi ile Destekleyebilecek Yönlendirici Maliyetleri [YGR] | 0,02 |

Denklem 1'de verilen temel denklem küçük, orta ve büyük ölçekli kurumlar için kullanılacak olan formüller sırasıyla Denklem 2, 3 ve 4'de verilmiştir.

OY=[BIPS*0,13+TYS*0,26+OY*0,06+SKS*0,1+EDH*0,21+TRS*0,02+VTH*(SKS/10)*0,18+YGR*0,02+SAG*0,02]*100*4+1000

Denklem 2. Küçük ölçekli kurumlar için formül

OY=[BIPS*0,13+TYS*0,26+OY*0,06+SKS*0,1+EDH*0,21+TRS*0,02+VTH*(SKS/10)*0,18+YGR*0,02+SAG*0,02]*100*4 +14200+[(SKS-25)/5]*300+[SKS-5]*240

Denklem 3. Orta ölçekli kurumlar için formül

OY=[BIPS*0,13+TYS*0,26+OY*0,06+SKS*0,1+EDH*0,21+TRS*0,02+VTH*(SKS/10)*0,18+YGR*0,02+SAG*0,02]*100*4 +92450+[(SKS-25)/5]*300

Denklem 4. Büyük ölçekli kurumlar için formül

Denklem 1, 2, 3 ve 4'de verilen parametreler hakkında açıklamalar EK-1'de verilmiştir. Bu denklemler kullanılarak kurumların toplam yazılım maliyetleri tekrar belirlenmiştir. Formülasyonun kurumlar için uygulanmasıyla oluşan sonuçlar Tablo 5'de verilmektedir.

### 5.3. Üniversiteler İçin Oluşturulan Maliyet Formülasyonu ve Uygulaması (Universities Cost Formulation and Implementation)

Üniversiteler, hizmet edilmesi gereken personel sayıları ele alınarak küçük, orta ve büyük olmak üzere 3 grupta incelenmiştir. Önceki anketten elde edilen değerler analiz edildiğinde, üniversiteler 4 gruptan oluşmaktadır. 4 grupta yer alan üniversiteler yeni kurulan veya bilgi işlemini ayrıldığı üniversite üzerinden yürüten bu sebeple kendi bilgi işlem birimi veya buna bağlı maliyetleri bulunmayan kurumlardır. Bu sebeple 4. grup maliyetler büyük üniversite maliyetleri içinde ele alınmıştır. Üniversiteler kullanıcı sayılarının değişkenliğinden ve yerel ağlarına sağladıkları servislerin çeşitliliğinden dolayı çift yığına (dual stack) geçmesi öngörülen kurumlardır. Bu sebeple maliyetlerde yer alan sunucu ve yazılımları çift yığının gerekliliği olarak paralel sistemler düşünülerek öngörülmüştür.

Kurumlardan farklı olarak üniversiteler işletim sistemi alımlarında, işletim sistemi üreticilerinin sağladıkları özel kotalardan ve lisanslamalardan yararlanarak kurumsal abonelik paketleri kullanmaktadırlar. Buna akademik lisanslama adı verilmektedir. Standart bir kamu kurumundan farklı olarak eğitime destek bütçeleri teknolojik alımların uygun fiyat şartlarında oluşmasını sağlamaktadır. Kurumsal anlaşmaların gerekliliği olarak fiyatlandırma konusunda tahmini rakamlar kullanılmıştır. Bu fiyatlar Tablo 7'de gösterildiği gibidir.

Bu yazılım maliyetleri haricinde ortaya çıkabilecek diğer giderler standart bir kamu kurumunun alım maliyetleri ile aynı ölçütlere sahip olmaktadır. Özel yazılım maliyetleri kamu kurumları için hazırlanan maliyetler temel alınarak değerlendirilmiştir. Elbette e-devlet hizmetlerini karşılamadığı için üniversite formülünden bu faktör çıkartılmıştır.

Büyük ölçekli üniversiteler ve bazı orta ölçekli olanlar ağ yönetimi için tarama, tespit, temizleme yazılımları kullanmaktadır. Bu yazılımlar ağda bulunan IP sayısına, e-posta kullanıcı sayısına vb. kullanıcı sayısı bağımlı lisanslamalar ile satılmaktadır. Büyük bir üniversitenin E-posta virüs temizleme ve filtreleme ve ağ izleme yazılımı lisanslaması için kullanıcı sayısı başına 20 TL maliyetin hesaplanması, orta ölçekli bir üniversitede ise sadece e-posta virüs temizleme ve filtreleme maliyeti olarak 10 TL hesaplanması uygun görülmüştür.

Tablo 7. Kurum Maliyetleri (K:Küçük, O: Orta ve B: Büyük)

| Kurum Tipi | Kurum Kodu | Formül Sonucu |
|---|---|---|
| O | Kurum1 | 782032,00 TL |
| K | Kurum2 | 18244,00 TL |
| O | Kurum3 | 1496553,60 TL |
| O | Kurum4 | 625982,40 TL |
| K | Kurum5 | 79056,00 TL |
| K | Kurum6 | 28768,00 TL |
| K | Kurum7 | 7208,00 TL |
| K | Kurum8 | 7537,60 TL |
| O | Kurum9 | 514836,00 TL |
| K | Kurum10 | 33268,00 TL |
| K | Kurum11 | 19360,00 TL |
| K | Kurum12 | 13200,00 TL |
| O | Kurum13 | 3157884,00 TL |
| O | Kurum14 | 513456,00 TL |
| K | Kurum15 | 61416,00 TL |
| K | Kurum16 | 2124,00 TL |
| K | Kurum17 | 26280,00 TL |
| O | Kurum18 | 1481536,00 TL |
| K | Kurum19 | 17236,00 TL |
| K | Kurum20 | 36976,00 TL |
| K | Kurum21 | 37492,00 TL |
| K | Kurum22 | 3460,00 TL |
| K | Kurum23 | 187751,20 TL |
| K | Kurum24 | 3240,00 TL |
| K | Kurum25 | 20812,00 TL |
| K | Kurum26 | 57136,00 TL |
| O | Kurum27 | 712806,40 TL |
| K | Kurum28 | 11644,00 TL |
| K | Kurum29 | 31776,00 TL |
| K | Kurum30 | 40812,00 TL |
| K | Kurum31 | 40284,00 TL |
| K | Kurum32 | 28316,00 TL |
| K | Kurum33 | 201580,00 TL |
| K | Kurum34 | 18876,00 TL |
| K | Kurum35 | 11276,00 TL |
| O | Kurum36 | 711316,00 TL |
| K | Kurum37 | 13492,00 TL |
| B | Kurum38 | 1762579,60 TL |
| O | Kurum39 | 535872,00 TL |
| O | Kurum40 | 1276036,00 TL |

| | | |
|---|---|---|
| O | Kurum41 | 580112,00 TL |
| K | Kurum42 | 40188,00 TL |
| K | Kurum43 | 62980,00 TL |
| B | Kurum44 | 1755074,00 TL |
| K | Kurum45 | 33268,00 TL |
| K | Kurum46 | 26008,00 TL |
| K | Kurum47 | 7521,60 TL |
| K | Kurum48 | 16326,40 TL |
| K | Kurum49 | 38884,00 TL |
| K | Kurum50 | 13412,00 TL |
| K | Kurum51 | 61416,00 TL |
| K | Kurum52 | 17632,00 TL |
| K | Kurum53 | 22732,00 TL |
| K | Kurum54 | 11231,20 TL |
| B | Kurum55 | 2394070,00 TL |
| B | Kurum56 | 4617378,00 TL |
| K | Kurum57 | 9534,40 TL |
| K | Kurum58 | 25536,00 TL |
| B | Kurum59 | 2512910,00 TL |
| | TOPLAM | 26875724,40 TL |

Tablo 8'de bir üniversite için ortalama lisanslama bedelleri verilmiştir. Küçük ölçekli üniversitelerde sunucu, işletim sistemi, veritabanı sistemi ve lisanslama bedelleri ile kullanıcı sayısının ve alınması gereken bireysel işletim lisanslarının maliyeti **çarpan parametresi** 15690 TL, Orta ve büyük ölçekli kurumlar için formüle eklenecek çarpan parametresi ise 40700 TL olarak belirlenmiş ve buna göre üniversiteler için oluşturulan formül kullanılarak tahmini maliyetler hesaplanarak sonuçlar Tablo 9'da gösterilmiştir. Burada geçiş maliyeti 3 milyonun üzerinde olan üniversiteler büyük, 1 milyonun altındakiler küçük geri kalanlar ise orta ölçekli olarak ele alınmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen verilerden en büyük maliyetin özel yazılımlardan oluştuğu görülmüştür.

Tablo 8. Üniversite grupları için yazılım paketi maliyetleri

| Genel Yazılım Türü | Yazılımın Adı | Tek Birim (TL) (Medyalı)* | Tahmini Çoklu Alım (TL) (Sadece Lisans-Medyasız) |
|---|---|---|---|
| İşletim Sistemi | Windows 7 Professional | 350 | 200 |
| Ofis Yazılımı | İdari ve Teknik Yazılımlar | 800 | 400 |
| Güvenlik Yazılımı | Kötücül Yazılım ve Atak Engelleyici | 100 | 80 |
| Toplam | | 1250 | 680 |
| *Medyalı-Kutu içerisinde yükleme medyası olan sürümdür. | | | |
| **Küçük ölçekli üniversiteler için Enterprise Sunucu ve Standart veritabanı sunucusu** | | | |
| Sunucu İşletim Sistemi | UNIX ya da WINDOWS Enterprise Sunucu | 6400 | 5000 |
| Veritabanı Sistemi | MS SQL Standart benzeri sunucu | 11500 | 10000 |
| Toplam | | 17900 | 15000 |
| **Büyük ve Orta Ölçekli üniversiteler için Enterprise işletim sistemi ve Enterprise veritabanı sunucusu** | | | |
| Sunucu İşletim Sistemi | UNIX ya da WINDOWS Enterprise Sunucu | 6400 | 5000 |
| Veritabanı Sistemi | MS SQL Enterprise benzeri sunucu | 44000 | 35000 |
| Toplam | | 50400 | 40000 |

Tablo 9. Üniversite Maliyetleri (K:Küçük, O: Orta ve B: Büyük) )

| Kurum Tipi | Kurum Kodu | Formül Sonucu | Kurum Tipi | Kurum Kodu | Formül Sonucu |
|---|---|---|---|---|---|
| B | Üniversite1 | 1428.860,00 TL | K | Üniversite30 | 13074,00 TL |
| B | Üniversite11 | 750368,00 TL | K | Üniversite34 | 21574,00 TL |
| B | Üniversite13 | 775840,00 TL | K | Üniversite35 | 170946,00 TL |
| B | Üniversite17 | 548476,00 TL | K | Üniversite39 | 13646,00 TL |
| B | Üniversite18 | 1814308,00 TL | K | Üniversite41 | 14538,00 TL |
| B | Üniversite19 | 582420,00 TL | K | Üniversite44 | 13230,00 TL |
| B | Üniversite2 | 1658.264,00 TL | K | Üniversite48 | 13074,00 TL |
| B | Üniversite20 | 840332,00 TL | K | Üniversite5 | 21966,80 TL |
| B | Üniversite22 | 1703028,00 TL | K | Üniversite7 | 16040,40 TL |
| B | Üniversite23 | 2226220,00 TL | K | Üniversite9 | 15298,00 TL |
| B | Üniversite3 | 1428860,00 TL | O | Üniversite14 | 201804,00 TL |
| B | Üniversite36 | 1638352,00 TL | O | Üniversite15 | 334689,60 TL |
| B | Üniversite37 | 1601624,00 TL | O | Üniversite21 | 157316,00 TL |
| B | Üniversite38 | 1406596,00 TL | O | Üniversite25 | 201804,00 TL |
| B | Üniversite43 | 1083855,20 TL | O | Üniversite28 | 170132,00 TL |
| B | Üniversite45 | 837573,60 TL | O | Üniversite29 | 424320,00 TL |
| B | Üniversite46 | 667788,00 TL | O | Üniversite31 | 317436,00 TL |
| B | Üniversite49 | 539612,00 TL | O | Üniversite32 | 413469,60 TL |
| B | Üniversite6 | 483732,00 TL | O | Üniversite33 | 306304,00 TL |
| K | Üniversite10 | 50005,20 TL | O | Üniversite4 | 159956,00 TL |
| K | Üniversite12 | 13074,00 TL | O | Üniversite40 | 125140,00 TL |
| K | Üniversite16 | 13618,00 TL | O | Üniversite42 | 175272,80 TL |
| K | Üniversite24 | 13074,00 TL | O | Üniversite47 | 184548,00 TL |
| K | Üniversite26 | 47914,00 TL | O | Üniversite8 | 155140,00 TL |
| K | Üniversite27 | 66518,00 TL | | | |
| | | | | TOPLAM | 25861031,20 TL |

### 5.4. İnternet Servis Sağlayıcıları (ISS) İçin Oluşturulan Maliyet Formülasyonu ve Uygulaması (Internet Service Providers (ISP) Cost Formulation and Implementation)

İSS'lere uygulanan formül; ISS anketinde e-devlet hizmeti ile ilgili soru bulunmadığından EDH parametresi çıkartılarak uygulanmıştır. Formül Denklem 5'de verilmiştir.

Sonuc=[BIPS*50*150+TYS*100+OY/4+SKS*40+TRS*10+VTH*(SKS/10)*70+YGR/10+SAG/10]

Denklem 5. İSS'ler için oluşturulan denklem

Diğer kurumların ve İSS'lerin anket sonuçları incelendiğinde, tahminlerde bariz farklar olmadığı, servis sağlayıcıların sahip oldukları yazılım ve donanımların sayısının üniversite ve kamu kurumlarına benzer sayıda olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı Denklem 5'de belirgin değişiklikler yapmak yerine servis sağlayıcıların yönlendirici sayılarında, IPv6 desteği olmayan yönlendirici sayısı kamu kurumlarına göre daha az olduğundan 20 katsayısı yerine 10 katsayısı ile çarpılarak formüle eklenmesi önceki anketlere verilen değerlerde dikkate alınarak uygun görülmüştür.

İnternet servis sağlayıcılar, Sonuç>500000 ise kurum tipi 3, sonuç<1000000 ise kurum tipi 2, değilse kurum tipi 1 olsun kuralına uygulanarak sınıflandırılmıştır. Buna göre internet servis sağlayıcılar küçük ölçekli kurumlar için kurum tipi 3, orta ölçekli kurumlar için kurum tipi 2, büyük ölçekli kurumlar için kurum tipi 1 olarak sınıflandırılmıştır.

Bundan sonra her bir İSS için ikinci formül uygulanmıştır:

- **Küçük ölçekli kurumlar için formül:** OY = Sonuç+ **1000**

- **Orta ölçekli kurumlar için formül:** OY = Sonuç+**14200+[(BIPS-5)/5]*300+[BIPS-5]*240**
- **Büyük ölçekli kurumlar için formül:** OY = Sonuç+**92450+[(BIPS-5)/5]*300**

Formülasyonun İSS'ler için uygulanmasıyla oluşan sonuçlar Tablo 10'de gösterilmektedir.

Tablo 10. ISS Maliyetleri

| İSS KODU | FORMÜL SONUÇLARI | *Kurum Tipi* |
|---|---|---|
| **İSS1** | 1148,920,00 | Büyük |
| **İSS2** | 302555,00 | Küçük |
| **İSS3** | 999100,00 | Orta |
| **İSS4** | 137405,00 | Küçük |
| **İSS5** | 603625,00 | Orta |
| **İSS6** | 7222990,00 | Büyük |
| **İSS7** | 92150,00 | Küçük |
| **İSS8** | 198935,00 | Küçük |
| **İSS9** | 29691010,00 | Büyük |
| **İSS10** | 654580,00 | Orta |
| **İSS11** | 579565,00 | Orta |
| **İSS12** | 579565,00 | Orta |
| **İSS13** | 1481410,00 | Büyük |
| **İSS14** | 2474575,00 | Büyük |
| **İSS15** | 680575,00 | Orta |
| **İSS16** | 4759105,00 | Büyük |
| **İSS17** | 221720,00 | Küçük |
| **İSS18** | 218510,00 | Küçük |
| **TOPLAM** | 52046295,00 TL | |

Buna göre ankete katılan 18 İSS için toplam maliyet 52046295,00 TL olarak hesaplanmıştır.

## 6. IPv6'YA GEÇİŞTE KULLANICI VE UZMAN MALİYETLERİ (IPV6 USERS AND EXPERTS COSTS İN TRANSİTİON TO IPV6)

Literatür incelendiğinde, IPv6'ya geçiş konusunda en büyük maliyeti kullanıcılar ile sistemi kuran, işleten ve bakımını yapan uzmanların oluşturacağı raporlanmıştır [56]. Ülkeler incelendiğinde IPv6'ya geçişin ABD için çeyrek asır süreceği ve 1997-2025 yılları arasındaki maliyetinin 23,3 Milyar dolar olacağı rapor edilmiştir. Bu maliyetlerin ilk yıllarda yüksek olacağı ama yıllar arttıkça bu maliyetlerin azalarak devam edeceğini belirtmişlerdir. Bu maliyetlerin büyük kısmını ise insan kaynakları kullanımı olduğu yine bu raporlarda belirtilmektedir.

Dünyanın IPv6 konusunda bağlantı sayısında lider ülkeler olan Fransa, Çin, İsveç, Hollanda, USA ve Japonya ülkelerine bakıldığında IPv6 bağlantı sayılarının %0,25 olduğu rapor edilmiştir [57].

IPv6'ya geçiş maliyetini son kullanıcı tarafından değerlendirildiğinde ise bugün ülkemizde yaklaşık 40.000.000 internet kullanıcısı olduğu bilinmektedir. Uç noktada kullanılan işletim sistemlerin pek çoğunun günümüzde IPv6'yı desteklediği ve kullanıcı tarafında bir maliyet oluşturmayacağı değerlendirilmekte ise de seçilecek olan geçiş modeline göre bir kısım maliyetler oluşturabileceği tahmin edilmektedir. Bu maliyetlerin daha çok sistem yapılandırma ve yönetimi ve donanım maliyeti olabileceği düşünülmektedir. Bunları karşılamak için IPv6 ya geçiş konusunda minimum maliyet için bir yaklaşım geliştirerek tahmini maliyet belirlenebilecektir.

Kullanıcı tarafında karşılaşılabilecek 2 maliyet unsuru vardır. Birincisi kullanılan modemlerin IPv6 desteğinin bulunması, ikincisi ise kullanıcıların geçiş için ihtiyaç duyacağı işgücü maliyetidir.

Birinci unsuru dikkate alarak maliyet hesabını yapacak olursak, burada ülkemizde kullanılan geniş bant cihaz sayısının 7422858 olduğu dikkate alınırsa ve cihaz başı maliyetin yaklaşık 35TL'lik bir yazılım (ve/veya donanım) maliyeti oluşturacağı değerlendirildiğinde maliyet yaklaşık 259800030 TL olacaktır. Buna ait detaylar Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 12. Türkiye'deki geniş bant kullanıcı sayısı ve bu kullanıcıların tahmini IPv6'ya geçiş maliyetleri.

| **Kullanıcı sayısı/ cihaz sayısı** | **Ortalama Maliyet** | **Toplam maliyet** |
|---|---|---|
| 7422858 | 35TL (donanım ve/veya yazılım) | 259800030,00 TL |

Ülke geçiş modeli değerlendirildiği için ve bu geçiş modelinde son kullanıcı tarafında IPv6 konfigürasyonunu, yönetimini ve bakımını yapacak personelin maliyeti yanında son kullanıcı tarafında kullanılan cihazların da dikkate alınması gerekmektedir. Yapılan araştırmalarda ülkemizde son kullanıcı tarafında IPv6 desteği veren cihazların yeni yeni ülkemize girmeye başladığı ve mevcutların da tamamına yakınının da IPv6'yı desteklemediği belirlenmiştir.

Maliyet hesabında dikkate alınması gereken diğer bir husus ise işgücü maliyetidir. Literatür çalışmaları incelendiğinde de esas maliyetin ise kurum ve kuruluşlarda çalışacak olan personelin IPv6 ya geçiş konusunda harcayacakları işgücünün olacağı rapor edilmiştir [58].

Ülkemizde IPv6'ya geçiş zamanının ABD için öngörüldüğü gibi çok uzun bir süre olmayacağı ve bu sürenin yaklaşık 5 yıl olacağı öngörüsüyle bir IPv6 uzmanının maliyetinin aylık olarak 3000TL olacağı

Tablo 11. Yazılım geliştirme, yapılandırma ve yönetim maliyetlerinin oluşturulmasında dikkate alınan hususlar

| **İhtiyaç duyulabilecek IPv6 Uzmanı** | **Kurum Adedi (Üniversite+Kamu Kurumu+ İSS)** | **Ortalama Maliyet TL (IPv6 uzmanı)** | **Geçiş için tahmini süre (5 yıl=60 ay)** | **Toplam Maliyet (TL)** |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 390 | 3000 | 60 | 140400000 |

değerlendirilirse, bunun toplam maliyetinin en az 140400000TL olabileceği tahmin edilmektedir. Bir kurum için yazılım geliştirme, yapılandırma ve yönetim maliyetlerinin oluşturulmasında dikkate alınan hususlar Tablo 12'de verilmiştir.

## 7. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER (RESULTS AND COMCLUSIONS)

Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesinin çıktılarından birisi Türkiye'nin IPv6 geçiş aşamasında geçiş maliyetinin belirlenmesidir. IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş maliyeti, ülkenin sahip olduğu bilişim altyapısının IPv6 destekleme oranına göre farklılıklar göstereceğinden mevcut durumun değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Bu amaçla gerçekleştirilmiş olan ilk anket çalışmasında sağlıklı veri elde edilemediğinden ikinci bir anket çalışması yapılarak sonuçları tekrar değerlendirilmiştir. Yapılan ek çalışma sonucunda elde edilen yazılım geçiş maliyetleri Tablo 13'de özetlenmiştir. Ankete katılan kurumlar dikkate alındığında toplam yazılım maliyeti 105321821,71 TL olarak bulunmuştur.

Ankete katılmayan diğer kamu kurum ve kuruluşlarının da eklenmesiyle ülkemizdeki tüm kamu kurum ve kuruluşları için yapılan hesaplamalar sonucunda ise IPv6'ya geçişteki yazılım maliyeti Tablo 14'de gösterildiği gibi toplam 252725887,51TL olarak bulunmuştur. Bu hesaplamalarda ülkemizde şu an için 141 üniversite ve 223 kamu kurumu olduğu (e-devlet kapısında sunulan kamu kurumları) dikkate alınmıştır. Bununla ilgili değerler Tablo 14'de verilmiştir.

Kamu kurum ve kuruluşlarının yanı sıra ülkemizdeki tüm internet kullanıcılarının da IPv6'ya geçiş sürecinde yaratacağı bir maliyet söz konusudur. Bu maliyetin hesaplanmasında kullanılan BTK'nın 2010 yılı birinci çeyreği geniş bant kullanım oranları temel alınmış olup bu oranlar Tablo 15'te verilmiştir. Tabloda verilen bu değerler dikkate alınarak hesaplanan Geniş bant İnternet abone sayısının da dahil edilmesiyle ülkemizde geçiş için tahmini maliyet değerleri daha gerçekçi olarak bulunabilmiştir.

IPv6'ya geçiş sürecinde karşımıza çıkacak tahmini yazılım maliyetinin hesaplanmasına yönelik yapılan hesaplamalardan elde edilen veriler Tablo 16'da özetlenmiştir. Bu tabloda verilen maliyetler genel olarak değerlendirildiğinde, toplam yazılım maliyetlinin yaklaşık 651925917,51TL olabileceği değerlendirilmiştir

Tablo 13. Ankette yer alan kurumlar ve geçiş maliyetleri. (Transition costs of the institutions involved in the survey.)

| Kurum Adı | Kurum Adedi | Ortalama Maliyet | Toplam Maliyet |
|---|---|---|---|
| Üniversiteler | 49 | 538771,48 TL | 26399802,52 TL |
| Kurumlar | 59 | 455520,75 TL | 26875724,25 TL |
| ISS | 18 | 2891460,83 TL | 52046294,94 TL |
| TOPLAM | 126 | 3885753,06 TL | 105321821,71 TL |

Tablo 14. Ülkemizdeki kamu kurum ve kuruluşlarının tamamı dikkate alındığında IPv6'ya tahmini geçiş maliyeti.

| Kurum Adı | Kurum Adedi | Ortalama Maliyet | Toplam maliyet |
|---|---|---|---|
| Üniversiteler | 141 | 538771,48 TL | 75966778,68 TL |
| Kurumlar | 223 | 455520,75 TL | 101581127,25 TL |
| ISS | 26 | 2891460,83 TL | 75177981,58 TL |
| TOPLAM | 390 | 3885753,06 TL | 252725887,51 TL |

Tablo 15. BTK'nın 2010 yılı geniş bant kullanım oranları.

| **Hizmet Tipi** | **2010-1** | **Çeyrek Büyüme Oranı (2009-4 – 2010-1)** | **Yıllık Büyüme Oranı (2009-1 – 2010-1)** |
|---|---|---|---|
| xDSL | 6373746 | %2,5 | %6,2 |
| Mobil İnternet | 640580 | %61,6 | - |
| Kablo İnternet | 181225 | %23,6 | %125,9 |
| Fiber | 71717 | - | - |
| Diğer | 155590 | - | - |
| TOPLAM | 7422858 | %9,4 | %21,6 |

Kaynak : Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu, 2010 1. Çeyrek Rapğoru [59]

Tablo 16. Ülkemizin IPv6'ya tahmini toplam geçiş yazılım maliyeti.

| **Maliyet türü** | **Toplam Maliyet** |
|---|---|
| Kurum Maliyetleri | 252725887,51 TL |
| Son Kullanıcı Maliyetleri | 259800030,00 TL |
| Yazılım Geliştirme, Konfigürasyon ve Yönetim Maliyetleri | 140400000,00 TL |
| **TOPLAM** | 651925917,51 TL |

Önceki çalışmada [10] 108 kurum baz alınarak elde edilen kamu kurumları donanım ve donanım güncelleme ortalama maliyetleri 350112963TL olarak bulunmuş ve 364 kurum için toplam maliyetin 127441118,53TL olduğu hesaplanmıştır. Benzer olarak İSS'ler için ortalama maliyet 3287207 TL olarak hesaplanmış ve IPv6'ya geçişte donanım ve donanım güncelleme maliyeti toplam 26 İSS için 85467382TL olarak hesaplanmıştır. Böylece toplam kurum donanım maliyetleri 212908500,53TL olarak ortaya çıkmaktadır.

Kurumların sahip oldukları bilgi varlıkları, BT uzmanları sayıları ortalamaları değerlendirildiğinde kurumların ortalama 37 insan kaynağı bulunduğu, İSS'lerde ise bu oranın 21 personel olduğu belirlenmiştir. Genel olarak bu oranlar dikkate alındığında kurumların donanım güncelleme, yönetimi ve bakımı için ortalama iki uzman çalıştırması gerektiği düşünüldüğünden İSS ve Kamu kurumları için toplam işgücü maliyetinin 143520000TL olacağı değerlendirilmektedir (Bkz. Tablo 17).

Tablo 177. Donanım bakım onarın ve güncelleme maliyeti hesaplanması.

| **Kurum** | **İhtiyaç duyulabilecek IPv6 Uzmanı** | **Kurum Adedi** | **Ortalama Maliyet (TL) (IPv6 uzmanı)** | **Geçiş için tahmini süre (5 yıl=60 ay)** | **Toplam maliyet (TL)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Kamu | 2 | 364 | 3000 | 60 | 131040000 |
| İSS | 2 | 26 | 4000 | 60 | 12480000 |
| **TOPLAM** | | | | | 143520000 |

Elde edilen bu verilere IPv6'ya geçiş sürecinde ek maliyet ihtiyacı doğuracak olan eğitim kalemi de daha önceki çalışmada elde edilen şekliyle [10] eklendiğinde ülkemizin IPv6'ya geçiş maliyeti 1023289417,51 TL olarak öngörülmektedir (Bkz. Tablo 18).

**Tablo 188. Tahmini IPv6 geçiş maliyeti**

| **Maliyet türü** | **Toplam Maliyet** |
|---|---|
| Yazılım | 651925917,51 TL |
| Kurum donanım maliyetleri | 212908500 TL |
| Donanım bakım onarın ve güncelleme maliyeti | 143520000 TL |
| Eğitim | 14935.000 TL |
| **TOPLAM** | 1023289417,51 TL |

## 8. KAYNAKLAR (REFERENCE)


1. Kobayashi, K. et al. "JGN IPv6 Network", Applications and the Internet Workshops, 2003. Proceedings. 2003 Symposium 27-31 Ocak 2003, pp: 161-166.
2. Cocquet P. "IPv6 on DSL: the best way to develop always-on services". Proceedings of the IEEE, Volume 92, Issue 9, Eylül 2004. pp: 1400-1407.
3. Hirorai R., Yoshifuji H. "Problems on IPv4-IPv6 network transition". Applications and the Internet Workshops, 2006. SAINT Workshops 2006. International Symposium. 23-27 Ocak 2006. p: 5.
4. Tatipamula M., Grossetete P., "IPv6 Integration and Coexistence Strategies for Next-Generation Networks", pp. 88-96, IEEE Communications Magazine, January 2004.
5. Arifin A. H. , Abdullah D., Berhan B. H., Budiarto R.," An Economical IPv4-to-IPv6 Transition Model:-A Case study for University Network-", IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, VOL.6 No.11, pp. 170-178, 2006.
6. Park E.Y. , Lee J., Choe B.C., "An IPv4-to-IPv6 dual stack transition mechanism supporting transparent connections between IPv6 hosts and IPv4 hosts in integrated IPv6/IPv4 network communications". 2004 IEEE International Conference. Volume 2, 20-24 June 2004 pp: 1024-1027
7. Chen W.,Su C.Y., Weng Y.H., "Development of IPv6-IPv4 translation mechanisms for SIP-based VoIP applications" Advanced Information Networking and Applications, 2005. AINA 2005. 19th International Conference 28-30 March 2005. Vol 2. pp:819-823
8. Ed J., Chan K.F., Green D., "An Approach to IPv6 Transition in Wireless Networks" Military Communications Conference MILCOM 2006. Ekim 2006 pp:1-7
9. Ulusal IPv6'ya Geçiş Projesi Web Sayfası, http://www.ipv6.net.tr/
10. Bektaş O., Soysal M., Orcan S., "Türkiye için IPv6 Geçişi Zaman/Aşama Planı Önerisi", Ulusal IPv6 Konferansı, Ocak 2011.
11. Sağıroğlu Ş., Karacan H., Alkan M., Ünver M., Orcan S., Yavanoğlu U., "Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçişi Projesi:Anket Çalışması", Ulusal IPv6 Konferansı, Ocak 2011.
12. Sağıroğlu, Ş., Alkan M., Karacan, H., Parıltı, N., Kasap, R., Yavanoğlu U., Hacıömeroğlu, M., Akşit, İ.(2011), IPv6 Protokolüne Geçiş Maliyet Analizi Çalışması, Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, Basım için Kabul edildi.
13. Lim J., Kim Y., "Protection Algorithm against security holes of IPv6 routing header". Advanced Communication Technology, 2006. ICACT 2006. The 8th International Conference. 20-22 Şubat 2006. Volume 3. pp: 2004-2007.
14. Xinyu Y., Ting M., Yi S., "Typical DoS/DDoS Threats under IPv6". Computing in the Global Information Technology, 2007. ICCGI 2007. International Multi-Conference. Mart 2007. p:55.
15. İnternet: http://www.soumu.go.jp/menu_02/ict/u-japan_en/index.html, U-Japan, 03.10.2011.

16. İnternet: http://www.v6pc.jp/en/index.phtml,IPv6 Promotion Council, 03.10.2011.
17. İnternet: http://www.kame.net, Kame Projesi, 04.10.2011.
18. Hua N., "IPv6 test-bed networks and R&D in China". Applications and the Internet Workshops, 2004. SAINT 2004 Workshops. 2004 International Symposium on 26-30 Jan. 2004. pp: 105-111.
19. İnternet: http://www.sfc.wide.ad.jp/InternetCAR, InternetCAR Project, 16.02.2012.
20. İnternet: http://www.live-e.org/en, Live-E Projesi, 04.10.2011.
21. İnternet: http://en.wikipedia.org/wiki/China_Next_Generation_Internet, China Next Generation Internet (CNGI), 04.10.2011.
22. İnternet: http://www.fmprc.gov.cn/ce/cero/rom/kjwh/t197050.htm, China-Japan IPv6 Into Operation, 04.10.2011.
23. İnternet: www.ipv6.or.kr, KoreV6, 10.10.2011.
24. İnternet: www.trai.gov.in, TRAI India Telecom Regulation Authority, 10.10.2011.
25. İnternet: http://www.trai.gov.in/trai/upload/ConsultationPapers/6/conspaper26aug05.pdf, Hindistan IPv6 Geçiş Danışma Bildirisi, 10.10.2011.
26. İnternet: http://www.ipv6forum.in, Hindistan IPv6 Forumu, 10.10.2011.
27. İnternet: http://www.6init.org, 6INIT projesi, 10.10.2011
28. İnternet: http://www.cs.ucl.ac.uk/research/6winit, 6WINIT projesi, 12.02.2012.
29. İnternet: http://www.6net.org, 6NET projesi, 12.02.2012.
30. İnternet: http://www.6diss.org, 6DISS projesi, 12.02.2012.
31. Mackay M., Edwards C., Dunmore M., " A Scenario-Based Review of IPv6 Transition Tools", IEEE Internet Computing, pp.27-35, May-June 2003.
32. İnternet: http://www.euro6ix.org, Euro6IX projesi, 12.02.2012
33. İnternet: http://pipv6.ulakbim.gov.tr/images/a/a1/Ipv6tf-sc_pu_d2_1_1_v1_18.pdf, European IPv6 RoadMap, 16.02.2012.
34. İnternet: http://www.fr.ipv6tf.org, Fransa IPv6 görev gücü, 10.10.2011.
35. İnternet: http://www.fr.ipv6tf.org/DATA/PRESS/Recommandations%20IPv6%20TFF%20%28English%29.pdf, Recommendations for a Strategic Plan in the Development and Implementation of IPv6 Technologies in France, 10.10.2011.
36. İnternet: http://www.spain.ipv6tf.org, İspanya IPv6 Görev Gücü Ana Sayfası, 14.10.2011
37. İnternet: http://www.austria.ipv6tf.org, Avusturya IPv6 Görev Gücü, 14.10.2011.
38. İnternet: http://www.ipv6council.de, Alman IPv6 Zirvesi, 14.10.2011
39. İnternet: http://www.ficora.fi/en/ndex.html, Finlandiya IPv6 Görev Gücü, 14.10.2011.
40. İnternet: http://www.ipv6-tf.com.pt, Portekiz IPv6 Görev Gücü, 14.10.2011.
41. İnternet: http://www.fccn.pt, FCCN, 14.10.2011.
42. İnternet: http://pipv6.ulakbim.gov.tr/images/3/39/Transition_Planning_for_IPv6.pdf, ABD Geçiş Anketi M-05-22, 20.10.2011.
43. İnternet: http://www.ntia.doc.gov/ntiahome/ntiageneral/ipv6/final/ipv6finalTOC.htm, Birleşik Devletler Ticaret Bakanlığı IPv6 Ekonomik ve Teknik Değerlendirmesi, 20.10.2011.
44. Che X., Lewis D., "IPv6: Current Deployment and Migration Status", International Journal of Research and Reviews in Computer Science (IJRRCS) Vol. 1, No. 2, pp. 22-29, 2010.
45. Aktaş M., Sağıroğlu Ş., "IPv6:Uluslararası Çalışmalar ve Türkiye'de Durum", Ulusal IPv6 Konferansı, Ocak 2011.
46. Pahlevanzadeh B., Kaur A., Hosseini Seno S. A., Rosnah I., Budiarto R., Shirazinejad A.R.,", IPv6 Migration towards Developing E-Government", International conference on E-Commerce & Developing Countries Isfahan, Iran, October 22-23, 2008.
47. İnternet: http://www.microsoft.com/turkiye/basinodasi/2009/, 13.06.2010.
48. İnternet: http://www.ekstraucuz.com/021-07771-OFFICE-2007-STANDARD-TURKCE-KUTU,PR-15306.html, 13.06.2010.
49. İnternet: http://office.microsoft.com/tr-tr/products/FX101754511055.aspx?ofcresset=1, Microsoft çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
50. İnternet: http://shop.nod32.com.tr/asp/listgroup.asp?group=Nod32_kt, Eset not32 çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
51. İnternet: http://www.logo.com.tr/Files/LOGO/Tr/tr/AdditionalFiles/FiyatListeleri/GO_fiyatlistesi_18_Şubat_2010.pdf, 13.06.2010, Logo Yazılım çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
52. İnternet: http://www.microsoft.com/windowsserver2008/en/us/pricing.aspx, Microsoft çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
53. İnternet: http://www.microsoft.com/sqlserver/2008/en/us/pricing.aspx, Microsoft çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
54. İnternet: https://shop.oracle.com/pls/ostore/f?p=ostore:product:4414448238148479::NO:RP,3:P3_LPI,P3_PROD_HIER_ID:4509382199341805719938%2C450995828772180572001 1#, Oracle çevrimiçi mağazası, 13.06.2010.
55. İnternet: https://shop.paessler.com/en/prtg#TB_inline?height=200&width=300&inlineId=sensorsHelp, Paessler network monitor fiyat listesi, 13.06.2010.
56. Rowe B., Gallaher M. " Could IPv6 Improve Network Security? And, If So, at What Cost?", I/S: A Journal of Law and Policy for the Information Society, Cybersecurity Issue, Volume 2, 2006, s. 231-267.
57. İnternet: http://www.domainnews.com/en/arin-meeting-to-consider-looming-ipv4-shortage-ipv6-transition.html,

ARIN Meeting to Consider Looming IPv4 Shortage, IPv6 Transition, 17.10.2011.
58. İnternet: http://www.nist.gov/director/planning/upload/report05-2.pdf, 11.05.2012.
59. İnternet: http://www.tk.gov.tr/kutuphane_ve_veribankasi/pazar_verileri/ucaylik10_1.pdf, Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Üç Aylık Pazar Verileri Raporu 2010 Yılı 1. Çeyrek, 16.09.2011.
60. TCMB Döviz Kurları; Dolar Satış: 1.7883 TL, Euro Satış: 2.3135 TL, 11.05.2012
61. İnternet: http://www.gsa.gov/portal/getMediaData?mediaId=178851, 19.03.2014