

## IPv6 PROTOKOLÜNE GEÇİŞ MALİYET ANALİZİ ÇALIŞMASI

Şeref SAĞIROĞLU<sup>a</sup>, Mustafa ALKAN<sup>b</sup>, Hacer KARACAN<sup>a</sup>, Nurettin PARILTI<sup>c</sup>, Reşat KASAP<sup>d</sup>, Uraz YAVANOĞLU<sup>a</sup>, Murat HACİÖMEROĞLU<sup>a</sup>, İbrahim AKŞİT<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Gazi Üniv., Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>b</sup>Gazi Üniv., Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>c</sup>Gazi Üniv., İİBF, İşletme Bölümü, Ankara, Türkiye

<sup>d</sup>Gazi Üniv., Fen Fakültesi, İstatistik Bölümü, Ankara, Türkiye

[ss@gazi.edu.tr](mailto:ss@gazi.edu.tr), [malkan@btk.gov.tr](mailto:malkan@btk.gov.tr), [hkaracan@gazi.edu.tr](mailto:hkaracan@gazi.edu.tr), [parilti@gazi.edu.tr](mailto:parilti@gazi.edu.tr), [rkasap@gazi.edu.tr](mailto:rkasap@gazi.edu.tr),  
[uraz@gazi.edu.tr](mailto:uraz@gazi.edu.tr), [murath@gazi.edu.tr](mailto:murath@gazi.edu.tr), [iaksit@gazi.edu.tr](mailto:iaksit@gazi.edu.tr)

(Geliş/Received: 29.04.2011; Kabul/Accepted: 20.12.2011)

### ÖZET

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçişte çeşitli donanım ve yazılım uyumsuzluklarının giderilmesi ve güvenliğin sağlanması gerekliliklerinden dolayı ek bir maliyet oluşumu söz konusudur ve bu maliyet her ülke için sahip olunan bilişim altyapısının IPv6 destekleme oranına göre farklılıklar göstermektedir. 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 tarafların bilişim altyapısını ve IPv6'ya hazır olup olmadıklarını belirlemek amacıyla iki farklı anket çalışması yapılmıştır. Sonuç olarak, anketlerden elde edilen veriler ışığında kamu ve İSS'lerin IPv6'ya geçiş konusunda, altyapılarının genel olarak IPv6'ya hazır olmadığı, geçiş maliyetinin ise beklentilerin üstünde olacağı değerlendirilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** IPv6, Geçiş Maliyet Analizi, Anket, Protokol

## A STUDY ON COST ANALYSIS FOR IPv6 PROTOCOL TRANSITION

### ABSTRACT

Due to the software and hardware inconsistencies and security requirements during the transition between IPv4 and IPv6 protocols, an additional cost will be formed and this cost varies depending on the IPv6 support level of IT infrastructure for each country. Therefore while determining the transition strategies a cost analysis should be done for each method. For this purpose two questionnaires are conducted in order to evaluate the current state of public sector and ISPs and determine the requirements during transition. As a result, data extracted from the questionnaires, it is determined that the readiness of the state organizations and ISPs to IPv6 is very low and the transition cost should be more than expected.

**Keywords:** IPv6, Transition Cost Analysis, Questionnaire, Protocol

### 1.GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnternet Protokolü (IP); internete bağlı bilgisayarların sağlıklı iletişim kurması ve bu ortamın yönetilmesi amacıyla geliştirilmiş olup bilgisayarların ve haberleşme cihazlarının adreslenebilmesi ve gönderilen veri paketlerinin ağ içerisinde yönlendirilmesi için kullanılmaktadır. Günümüzde

çok yoğun oranda ise bu protokolün 4. sürümü olan ve IPv4 ile gösterilen protokol ile internet ortamı kullanılmaktadır. Bilgisayarların iletişim sırasında uçtan uca adreslenebilmesini sağlayan IPv4 adresleri sadece 32 bitten ibarettir. Bu şekilde geliştirilen etkin adres sayısı günümüzde giderek artan ihtiyacı karşılamaktan uzaktır. 1990'lı yılların başından itibaren tüm dünyadaki bilişim teknolojileri bilim

insanları IPv4 teknolojisindeki eksikliklerin ve sorunların giderilmesi için araştırma ve geliştirme faaliyetlerinde bulunmaktadır [1-3]. Bu çalışmaların bir ürünü olan Yeni Nesil İnternet (YNI) teknolojilerinin, var olan hizmetleri kesintiye uğratmadan yaygın olarak kullanılmaya başlanması, üzerindeki YNI uygulamalarının kararlılığının ve güvenliğinin sağlanması, sağlam ve güvenilir bir geçiş sisteminin belirlenmesini zorunlu kılmaktadır. Bu ihtiyaçların karşılanabilmesi için yapılan çalışmalar sonucu ise IPv6 protokolü geliştirilmiştir. IPv6'yı IPv4'ten ayıran en önemli özelliği 128 bitlik genişletilmiş adres alanıdır. Böylesine geniş bir adres alanının şu an yaşadığımız adres sıkıntısını çözmenin yanında internet uygulamalarında yeniliklere de yol açması beklenmektedir. IP üzerinde yapılan diğer değişiklikler arasında basitleştirilmiş ve 64 bitlik işlemcilerle göre düzenlenmiş paket başlığı, paket bölünmesinin sadece uç noktalarda yapılması sayılabilir. Bu değişikliklerin yönlendiricilerin veri trafiğini daha seri bir şekilde işlemlerini sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte IP adres aralığının genişletilmesi ve güvenlik için IPsec şartı getirilmesiyle IPv6'nın IPv4'e kıyasla daha güvenli bir internet protokolü olması öngörülmektedir [4].

IPv6 protokolü ile teknolojilerinin geliştirilmesine yönelik olarak pek çok çalışmalar yapılmaktadır [5-14]. Bu çalışmaların birinde [10], IPv6 ağlara geçiş ve yönetimi için bir araştırma çalışması sunulmuştur. Karşılaşılan veya karşılaşılabilecek problemlere çözüm getirmek amacıyla yapılan çalışmalarda mevcut protokoller gözden geçirilmiş, işletim sistemlerine ve uygulamalara IPv6'nın nasıl adapte edilmesi ve gerçekleştirilmesi üzerine çözümler [5,7], güvenlik uygulaması ve testi [6], geniş ağlara uygulama ve test [9], işletme ve uygulama senaryoları [11], küçük ve orta ölçekli uygulamalar için yaklaşımlar [13], özellikle üniversite ağlarının yapılandırılması ve testleri [12,14], adli bilişim açısından bu ağların incelenmesi [8] ve geçiş metodunun karar destek sistemi yardımıyla seçimi [15] gibi çalışmalar literatürde bulunmaktadır.

IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçişte çeşitli donanım ve yazılım uyumsuzluklarının giderilmesi ve güvenliğinin sağlanması gerekliliklerinden dolayı ek bir maliyet oluşumu söz konusudur ve bu maliyet her ülke için sahip olunan bilişim altyapısının IPv6 destekleme oranına göre farklılıklar göstermektedir. Bu nedenle geçiş stratejileri belirlenirken her bir yöntem için maliyet analizinin de yapılması gerekmektedir.

Tablo 1'de detaylı olarak verilen literatürdeki çalışmalardan da görülebileceği gibi, yapılan anketlerde mevcut durum tespiti, gelecek planlar ve verilen hizmetlerin neler olduğu/olacağı, karşılaşılabilecek ihtiyaçlar, kurum bilgi birikimi ve eğitilmiş personel sayısı gibi hususları tespit etmeye

yönelik çalışmalar yapılmıştır [16-27]. Bu anketlerde karşılaşılan iki temel zorluk vardır. Bunlardan birincisi, bu anketlere katılan kurum ve İSS'lerin katılma oranlarının çok yüksek olmaması ve sorulara cevap vermede zorlanmaları, ikincisi ise maliyete yönelik soruların yanıtların kolaylıkla bulunamamasıdır.

Ülkemizde de kamu ve özel sektörün IPv6'ya geçiş ve hazır olma durum tespitinin yapılabilmesi ve geçilmesi durumunda duyacakları ihtiyaçların bilinmesine ihtiyaç duyulduğundan, ülkemiz için anket çalışmaları yapılmıştır. Çalışmalar kapsamında üç ana maliyet grubu oluşturulmuş ve hesaplamalar bu gruba göre yapılmıştır. Bunlar:

- **Donanım maliyetlerinde**, sabit karakterli maliyetler dikkate alınmıştır ve toplam tutarları üretim miktarına bağlı olmayan, üretim artsa da azalsa da aynı kalan maliyetlerdir.
- **Yazılım maliyetlerinde**, yazılımın geliştirme ile lisanslama bedelleri dikkate alınarak belirlenen maliyetlerdir. Hangi programın, hangi kaynaktan hangi bedelle alındığının belirlenmesi gerekir.
- **Eğitim maliyetlerinin** ise geçişte en önemli maliyetlerden birisi olarak karşımıza çıkacağı açıktır. Buna göre; verilecek eğitimlerin "eğitim seviyesi x saat ücreti x toplam süre" formülüyle hesaplanması ve farklı seviyelerde gruplandırılması gerekmektedir.

Bu üç ana maliyet grubundan başka, hesaplanması gereken maliyetler de bulunmaktadır. Bu maliyetler, kurumun karşısında bulunan alternatiflerden herhangi birini seçmesi ile diğerlerinden vazgeçmesinin getireceği "alternatif maliyet" şeklinde veya kurumda IP dönüşümü için yapılan bir giderin herhangi bir maliyet konusu ile ilişkili olması ya da o maliyet kalemine dağıtılabilmesi durumunda "doğrudan", ilişkilendirilememesi durumunda "dolaylı maliyet" şeklinde hesaplanabilir.

Bu makalede, Bölüm 2'de yapılan anket çalışmaları detaylı olarak açıklanmıştır. Bölüm 3 ve 4'de yapılan istatistiksel çalışmalar ile yapılan maliyet analizleri sonuçları sunulmuştur. Bölüm 5'de, bu çalışma kapsamında elde edilen bulgular sunulmuş ve çalışma genel olarak değerlendirilmiştir. Bölüm 6'da ise çalışmanın kısıtları ve bazı öneriler verilmiştir. Bu çalışmanın amacı, ülkemizde IPv6'ya geçiş maliyetinin yaklaşık olarak öngörülmesidir.

## 2. ANKET ÇALIŞMASI (QUESTIONNAIRE STUDY)

Anket çalışması sırasında öncelikle diğer ülkelerin IPv6 geçiş stratejilerini çözümler için yaptıkları anketler ve çeşitli bildirimler incelenerek maliyet ve teknik geçiş imkânları araştırılmıştır [16-32]. Literatürdeki sorulardan da faydalanılarak anket soruları hazırlanmış ve uygulanacak olan sorular

**Tablo 1.** Literatürdeki anket çalışmaları özeti (Summary of questionnaire studies in the literature)

Kaynak	Ülke	Yıl	Makalelerden Elde Edilen Bilgiler ve Bulgular
[16]	Suudi Arabistan	2008	<ul style="list-style-type: none"> <li>62 İSS'den 3'ü cevap vermiştir.</li> <li>Gelecekle ilgili planlarının ve konuyla ilgilerinin olmadığını ifade ediyorlar.</li> <li>0,08% oranında IPv6 adresine sahiplerdir.</li> <li>Bilgi ve algı eksikliği mevcuttur.</li> <li>Pazarda böyle bir ihtiyaç yok ve uygulama desteği çok azdır.</li> <li>Uluslar arası işbirliğinde bulunmuyorlar.</li> </ul>
[17]	Japonya	2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>2009-2010 yılları arasında 5 farklı konuda 10'un üzerinde eğitim semineri verilmiştir.</li> <li>Geçiş modeli ve test ortamı oluşturmuştur.</li> <li>10 ISP, CATV, ve iDC konuya ilgi gösteriyorlar.</li> <li>Görev gücünde 315 organizasyona anket yapılmıştır.</li> <li>JATE'ye bağlı 21 üreticiye anket düzenlenmiştir.</li> <li>Yönetim seviyesinde bilgi eksikliği oranı 15,1% (27 kurum) dir.</li> <li>Maliyet hesaplaması ve hazırlık çok zor diyen kurum 63,7% (114 kurum)</li> <li>Bilgi eksikliği olma oranı 48,6% (87) dir.</li> <li>İnsan kaynağı eksikliği 47,5% (85) dir.</li> <li>Entegrasyon için ürün ve hizmet eksikliği oranı 48,6% (87) dir.</li> <li>IPv4 hizmetlerinin durabileceği konusunda bilgi eksikliği oranı 32,4% (58) dir.</li> </ul>
[18]	ITU	2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ankette 13 soru sorulmuş ve 33 üye ülke katılmıştır. Üye ülkelere <a href="http://www.itu.int/oth/T3B05">http://www.itu.int/oth/T3B05</a> adresinden erişilebilir.</li> <li>Ülkelerin IPv6'ya geçişte iyi bir pazarın henüz oluşmadığıdır.</li> <li>Ülkelerin çoğunun soruları anlamakta güçlük çektiği belirlenmiştir.</li> <li>IPv6'ya geçiş konusunda hareketlilik başladığı rapor edilmiştir.</li> <li>Karşılaşılabilecek güçlüklerin IPv6 konusundaki ilgi birikiminin yetersizliği, cihaz maliyetlerin donanım, yazılım ve yapılandırma olduğu, buna ilave olarak eğitim maliyeti ve servis kesintilerinin ve erken uygulamaya geçmenin oluşturacağını düşünmektedirler.</li> <li>Bilgi eksikliği ve karşılaşılabilecek tehditleri anlama farkındalığının düşük olduğu tespit edilmiştir.</li> <li>IPv6 adresleri alırken RIR politikaları ve uygulamalar hakkında bilgi eksikliği bulunmaktadır.</li> <li>Mevcut sistemden memnuniyet ve yeni sistemlere geçişe karşı direnç vardır.</li> <li>Bilinmeyene veya kullanılmayana karşı güvensizlik bulunmaktadır.</li> <li>Ülke hükümetlerinin konuya önem vermeye başlamaları gerekmektedir.</li> </ul>
[19]	USA Savunma Bakanlığı		<ul style="list-style-type: none"> <li>Tüm ilgili şirketlere uygulanmıştır.</li> <li>55 soru sorulmuş olup bunlardan 3 tanesi konuyla direkt ilgilidir.</li> </ul>
[20]	Internet Derneği (Society)	2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>100 üye kuruluşa gönderilmiştir.</li> <li>IPv6 kullanımı, kullanım için motivasyon, gerekçeler, bu ağları kullanması getireceği ayrıcalıklar, uygulama yolları gibi hususlarla ilgili anket sorularını ve cevaplarını kapsamaktadır.</li> </ul>
[21]	Auckland Üniversitesi	2010	<ul style="list-style-type: none"> <li>İSS'ların, IPv6'ya geçişte gerçek deneyimlerini, aktif planlarını ve gerçek ihtiyaçlarını belirlemeye yöneliktir.</li> <li>36 soru sorulmuştur.</li> <li>Teknoloji, ihtiyaçlar, mevcut durum ve plan ile verilen hizmetleri kapsamaktadır.</li> </ul>
[22]	ITU	2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>13 soru sorulmuştur.</li> <li>Sorulardan birisi beklenen geçiş maliyetidir.</li> <li>Tüm üyelere gönderilmiştir.</li> </ul>
[23]	Avusturya	2009	<ul style="list-style-type: none"> <li>IPv6 Görev Gücü tarafından yapılmıştır.</li> <li>Konuyla ilgili iki soru sorulmuştur.</li> <li>Ankete 11 İSS (tamamı) katılmıştır.</li> <li>Anketin amacı iş fırsatları oluşturma ve düzenlemelere katkı sağlamaktır.</li> </ul>
[24]	Amerika	2006	<ul style="list-style-type: none"> <li>RTI raporuna göre USA için geçiş maliyeti 25 milyar dolar</li> <li>40 kurum ve şirketle yüz yüze görüşmeler yapılarak bu rapor hazırlanmıştır.</li> <li>Tam bir geçişin 25 yıl alacağı belirtilmektedir.</li> <li>%92 oranında maliyet, kamu kurumları ve küçük iş grupları ve ev kullanıcıları gibi bağımsız kullanıcıların oluşturduğu internet kullanıcıları tarafından karşılanacak iken kalan %8'inde İSS ve IT uygulama geliştiricileri tarafından karşılanacaktır.</li> <li>Yazılım ve donanım maliyetlerinin pek çok internet kullanıcıları için ihmal edilebilir olacağı öngörülmüştür.</li> </ul>
[25]	Avrupa		<ul style="list-style-type: none"> <li>Avrupa'ya tahsis edilmiş IPv6 adreslerinin %49'u dağıtılmıştır. Aktif olarak kullanılan miktar ise bunun yarısından daha azdır.</li> <li>İSS'ların çok küçük bir kısmı IPv6 hizmeti vermektedir. IPv6 çalıştıran otonom sistemler %2,5 civarındadır.</li> <li>AB'deki üniversite ve araştırma merkezlerinin kullandığı ulusal araştırma ve öğretim ağı olan Géant Network IPv6'ya hazır durumda olup mevcut internet trafiğinin %1 kadarı IPv6 üzerinden akmaktadır.</li> <li>2010 yılında Avrupa'daki kullanıcıların %25'inin IPv6 kullanması beklenmektedir.</li> </ul>
[26]	The American Registry for Internet Numbers (ARIN) Bölgesi		<ul style="list-style-type: none"> <li>Yaklaşık 220 kuruluş ile anket gerçekleştirilmiştir.</li> <li>IPv6'ya geçişteki en büyük zorlukların; %36,41 ile maliyet ve zaman, %23,5 ile üretici desteği, %18,43 ile bilgi ve eğitim, %17,97 ile kullanıcı talepleri, %17,51 ile kaynaklara ulaşım, %14,29 ile çift yığın beraber çalışabilirliği, %4,15 ile çoklu ev sahipliği (multihoming), %2,30 ile adres atama politikası ve %1,84 ile performans olduğu rapor edilmiştir.</li> <li>IPv6 adresi atamadaki zorluklar sorusuna verilen cevaplarda ise; %32,5 ile altyapı desteğinin olmaması, %30,7 ile ihtiyaç duyulmaması, %22,4 ile İSS'nin destek vermemesi, %16,7 ile giderin göze alınmaması, %8,3 ile gereksinimlerin karşılanamaması olduğu rapor edilmiştir.</li> </ul>
[27]	Portekiz	2005	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bilgi ve algı eksikliği mevcuttur.</li> <li>Önem veren birkaç firma mevcuttur.</li> <li>Daha fazla eğitim verilmelidir.</li> <li>Sektörün gelişmesi için etkinlikler düzenlenmelidir.</li> <li>Zamanında geçiş için planlama yapılmalıdır.</li> <li>IPv6 katma değerli hizmetlerin üretimine önem verilmelidir.</li> </ul>

**Tablo 2.** Maliye Bakanlığı tarafından yayınlanan faydalı ömür ve normal amortisman oranları (Economic life and depreciation rates published by the Ministry of Finance)

Amortismanına Tabi İktisadi Kıymetin Adı		Faydalı Ömrü (Yıl)	Normal Amortisman Oranı (%)	Tebliğ No
4	Bilgi sistemleri			
4.1.	Kişisel bilgisayarlar, el bilgisayarları (PDA), sunucu bilgisayarlar (Server)	4	25,00	333
4.2.	Bilgisayar Donanımları: Kart okuyucular, kart deliciler, kart seçiciler, manyetik teyp üniteleri, yüksek hızlı yazıcılar, optik karakter okuyucular, yüksek saklama kapasitesine sahip üniteler, kağıt bant donanımı, kağıt ve bantlara bilgi kaydeden klavyeli makineler, yazıcılar, terminaller, teyp sürücüler, disk sürücüler, görsel imaj koruyucu tüpleri ve benzeri araçlar (Eğlence amaçlı kullanılan ekipmanlar bu sınıfa girmez)	4	25,00	333
4.3.	Bilgisayar yazılımları	3	33,33	333
4.4.	yönlendirici (Router), anahtarlama birimi (switch), data kabloları ve bağlantı elemanları, UPS kabloları ve bağlantı elemanları	5	20,00	365
4.5.	Data koruma kasası	12	8,33	365

değerlendirilmiştir. Bu toplantılar sonucunda elde edilen görüşler, ülke gereksinimleri ve hedef çıktılar göz önüne alınarak, anket soruları belirlenmiş, bazı aşamalarda ise tekrar gözden geçirilmiş ve sorulacak sorular sonuç olarak belirlenmiştir.

Amaca yönelik hazırlanan tüm sorular, tüm kamu kurumları ve internet servis sağlayıcılardan gelen temsilcilerin katılımıyla gerçekleştirilen değerlendirme toplantısında incelenmiş ve yapılan öneriler dikkate alınarak, anket sorularına mümkün olduğunca yansıtılmaya çalışılmıştır.

Bu aşamada karşımıza çıkan en önemli soru, elde edilecek bilgilerin güvenliği olmuştur. Bu bakış açısıyla anket yeniden düzenlenmiş, hem güvenlik sorunu yaratmaması hem de maliyet bilgisinin daha hassas biçimde elde edilebilmesi için her bir donanım ve yazılımın IPv6 destekli olup olmadığı bilgisi ve kurum/kuruluş için gerçekleşen maliyeti anket bünyesinde oluşturmak zaman almıştır [33].

Donanım ve yazılım maliyetlerinin hesaplanmasında en önemli husus faydalı ömür süreleridir. Bu konuda Maliye Bakanlığı, 28.4.2004 tarihli Resmi Gazetede yayımlanan 333 Sıra Sayılı Vergi Usul Kanunu Genel Tebliği ile mükellefler tarafından esas alınacak yararlı (faydalı) ömürleri ve aşınma payı oranları liste halinde yayımlanmıştır. Bu listenin “Bilgi Sistemleri” başlıklı bölümü Tablo 2’de verilmiştir.

Anketin, kurum ve kuruluşlar tarafından kolay bir şekilde doldurulması için esnek bir tasarım yapılarak anketler Adobe LiveCycle Designer ES 8.2 ile hazırlanmış ve içerdiği güvenlik açıkları oluşturulmaması için mümkün olduğunca güvenli yapılar geliştirme teknikleri dikkate alınarak geliştirilmiş; dokümanların doğru kişilere ulaştırılması için elektronik imza desteği ile güvenliği artırılmıştır. Geliştirilen anket arayüz yazılımı ekran çıktısı Şekil 1’de verilmiştir.

Geliştirilen bu esnek arayüz yazılımı ile kullanıcıların anketleri interaktif ve etkili bir biçimde doldurmaları ve verilerin güvenli olarak alınması ve saklanması sağlanmıştır. Bunun için geliştirilen arayüze ait ekran çıktısı Şekil 2’de verilmiştir. Belirtilen özelliklere sahip olan anketler, elektronik ortamda 64 kamu kurumu/kuruluşu ile 132 devlet ve vakıf üniversitesine iletilmiştir. Kamu kurum/kuruluşlarının 59’u, üniversitelerin ise 49’u anketlere cevap vermişlerdir.

Bunun yanında İSS’ler için ayrı bir anket oluşturulmuş ve oluşturulan anket 26 İSS’ye gönderilmiştir. Bunlardan 18’i ankete cevap vermiştir. Anketlerin mümkün olduğunca tüm birimleri kapsamı için çalışmalar yapılmıştır ve örneğe çekilme şansı verilmesi çok önemli olduğu için ankette istenen kitlenin uygun biçimde kapsandığının garanti altına alınması açısından, seçilen örneklemin güncel ve tam olup olmadığı incelenmiştir.

Anketlerin doldurulması aşamasında gelebilecek tüm soru ve yorumlar için bir yardım masası oluşturulmuş ve tüm ilgililerin konuyla ilgili talep ettikleri bilgilere ulaşmaları sağlanmıştır. Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü bünyesinde oluşturulan yardım masası sayesinde 8 üniversite ve 11 kurum tarafından yöneltilen sorulara hassasiyetle cevap verilerek anketlerin doğru biçimde ve amaca uygun olarak doldurulması sağlanmıştır.

Hazırlanan anketler, ankete katılanların sorularını kolaylıkla ve hızlıca cevaplandırabilmeleri dikkate alınarak hazırlanmıştır. Anket yazılımı üzerinde gerekli görülen yerlere yardım bilgileri eklenmiş ve kullanıcıların anketi problemsiz, eksiksiz ve kişi/kişileri yormadan doldurmaları için gerekli altyapı oluşturulmuştur.

Anketler tamamen elektronik ortamda doldurulacak ve değerlendirilecek şekilde hazırlanmıştır. Elde

**Şekil 1.** Adobe LiveCycle Designer ES 8.2 programıyla hazırlanan Kurum / Kuruluş Anket Arayüz Ekranı (The user interface designed with Adobe LiveCycle Designer ES 8.2 for institution /organization questionnaire)

**Şekil 2.** Adobe LiveCycle Designer ES 8.2 programıyla hazırlanan Kurum / Kuruluş Anketi (The questionnaire designed with Adobe LiveCycle Designer ES 8.2 for institution /organization)

edilen anket verileri üzerinde gerekli analizlerin gerçekleştirilebilmesi amacıyla, XML dosyalarındaki bilgilerin uygun formatta EXCEL programına aktarılması sağlanmış ve verilerin istatistiksel analizinin yanı sıra maliyete yönelik analizleri de, konularında uzman kişilerce değerlendirilmiştir.

### 3. İSTATİSTİKSEL ANALİZ ÇALIŞMALARI (STUDIES OF STATISTICAL ANALYSIS)

İstatistiksel analizler, 32 soru için 126 birimden derlenen veriler dikkate alınarak ve iki farklı bakış açısı göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Birincisi, tüm soru ve alt sorular dikkate alınarak, tablo ve grafikler oluşturulmuştur. İkinci olarak ise bu tablo ve grafik yapıları incelenerek, gözlem sayıları bakımından yeterli olan ve çalışma için gerekli olan değişkenler bakımından istatistiksel ilişkiler incelenmiştir [33,34]. Bu incelemeler sonucunda araştırmaya katılan kurum ve üniversitelerde elde edilen bulgular karşılaştırılmış ve aralarında aşağıda belirtilen hususlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunduğu görülmüştür. Burada ortalamaların karşılaştırılmasında, yığın varyanslarının bilinmediği durumlarda yaygın bir şekilde kullanılan parametrik test olan “student t” istatistiği kullanılmıştır.

Araştırmaya katılan kurum ve üniversitelerden e-devlet hizmeti verenlerin oranının yüzde 63,1, vermeyenlerin oranının ise 36,9 olduğu görülmektedir. E-devlet hizmeti (verilip verilmediği) için varyansların eşit olmadığı varsayımı altında, kurum ortalaması 0,36 ve üniversite ortalaması 1,00 olup,  $p=0,00<0,01$  olduğundan istatistiksel olarak kurum ve üniversite arasında farklılık vardır.

Kurumun ağ yapısı şekilleri ve kurum ağ alt yapısı için eşit varyans varsayımı altında ortalaması 2,48 olup,  $p=0,155>0,010$  olduğundan istatistiksel olarak kurum ve üniversite arasında farklılık bulunmamaktadır. Eşit olmayan varyans varsayımı altında ortalaması 2,77 olup,  $p=0,112>0,010$  olduğundan istatistiksel olarak kurum ve üniversite arasında farklılık bulunmamaktadır.

Kurumun içinde kullanılan ve IP tabanlı iletişim kullanan özel yazılımların olup olmaması için eşit varyans varsayımı altında ortalaması 1,78 olup,  $p=0,471>0,010$  olduğundan istatistiksel olarak kurum ve üniversite arasında farklılık bulunmamaktadır. Eşit olmayan varyans varsayımı altında ortalaması 1,72 olup,  $p=0,478>0,010$  olduğundan istatistiksel olarak kurum ve üniversite arasında farklılık bulunmamaktadır.

Kurum ve üniversitelerin haricinde İnternet Servis Sağlayıcılar (İSS) için elde edilen anket sonuçlarından bazıları şunlardır. İSS bünyesinde IP tabanlı iletişim kullanan özel yazılımların olması oranı yüzde 23,1 ve olmaması oranı ise yüzde 72,2 olarak tespit edilmiştir.

IPv6 erişimi için müşterilerden talep gelmemesi oranının yüzde 100 olduğu görülmüştür. IPv6'ya geçişi için herhangi bir planlama yapılması oranının yüzde 22,2 ve yapılmaması oranının ise yüzde 77,8 olduğu belirlenmiştir. Müşteri istekleri doğrultusunda IPv6 desteğinin verilmesine yönelik çözümler (eğitim, teknik destek, vb.) sunmamasının oranı yüzde 27,8 olarak tespit edilmiştir. Bu soruya cevap vermeyenlerin oranı ise yüzde 72,2 olmuştur.

Yukarıda İSS'ler için elde edilmiş istatistiksel bilgiler neticesinde İSS'ların IPv6'ya geçiş dinamiklerinin büyük ölçüde müşteri taleplerine bağlı olduğu açıkça görülmektedir.

Bu kısımda yapılan tüm istatistiksel analizlerde gözlem sayıları yeterli olduğundan, sonuçlar istatistiksel olarak güvenilirdir. Buna göre, İSS, kurum ve üniversite maliyet çıktılarının ayrı olarak değerlendirilmesi kararlaştırılmış ve maliyet hesaplaması buna göre yapılmıştır (Bkz. Bölüm 4).

Anketlerin istatistiksel değerlendirilmesinde, kamu kurumları ve üniversiteler için toplanan veriler dikkate alındığında yapılan istatistiksel çalışmaların, eksik gözlemlere rağmen test istatistiklerinin

kullanılmasında söz konusu olan varsayımları sağladığından, analiz sonuçlarının genel eğilimi ortaya koyduğu, diğer bir ifade ile analiz çalışmaları neticesinde ortaya çıkan sonuçlar ve hata payları dikkate alındığında, anket sonuçlarına güvenilebileceği anlaşılmıştır.

#### 4. MALİYET ANALİZİ ÇALIŞMALARI (STUDIES OF COST ANALYSIS)

IPv4'den IPv6'ya geçiş için en önemli etken geçiş maliyetlerinin belirlenmesidir. Literatür incelendiğinde ve ülke durumu değerlendirildiğinde ülkemizde IPv6'ya geçişte en önemli unsurların yazılım, donanım ve insan gücü olacağı belirlenmiştir. Maliyet analizi çalışmalarını yapmak için, anket soruları, belirtilen hususların tespit edilmesine yönelik olarak hazırlanmıştır.

Maliyet analizi yapılırken, anket içerisinde konu ile ilgili olan sorular öncelikle incelenmiş, ayrıştırılmış ve maliyetler ile ilgili olanlar belirlenmiştir. Gerek kurumların gerekse kuruluşların verdikleri bilgilere göre bir maliyet aralığı belirlenmiştir. Kurumların/kuruluşların anketlere verdiği cevaplarda, donanım ile ilgili verilerde genelde maliyetlerle ilgili bilgi verilirken, donanım ve yazılım güncellenmesi ile ilgili soruların çoğunluğunda maliyetlerle ilgili bilgi verilmemiştir. Bu durum dikkate alınarak, maliyet hesaplamada donanım ve yazılımlarda belirli aralıklar oluşturulup kamu kurumları ve üniversiteler için farklı maliyet grupları belirlenmiştir. Doldurulmuş anketlerden gerekli bilgiler elde edilebildiği ölçüde tüm maliyetler hesaplanmıştır. Buna göre ankete cevap veren 108 kurum ve üniversitenin yazılım ve donanım toplam maliyetleri aşağıda farklı başlıklar altında sunulmuştur.

##### 4.1. Donanım Maliyetleri (Equipment Costs)

Doldurulmuş anketlerden elde edilen veriler ışığında 108 kamu kurumuna ait elde edilen donanım ve donanım güncelleme maliyetleri değerleri ve toplamı Tablo 3'de özetlenmiştir.

Doldurulmuş anketlerden elde edilen veriler ışığında 18 İSS'ye ait elde edilen donanım ve donanım güncelleme maliyetleri değerleri ve toplamı Tablo 4'te özetlenmiştir.

##### 4.2. Yazılım Maliyetleri (Software Costs)

Doldurulmuş anketlerden elde edilen veriler ışığında 108 kamu kurumuna ait elde edilen yazılım ve yazılım güncelleme maliyetleri değerleri ve toplamı Tablo 5'de özetlenmiştir.

Doldurulmuş anketlerden elde edilen veriler ışığında 18 İSS'ye ait elde edilen yazılım ve yazılım güncelleme maliyetleri değerleri ve toplamı Tablo 6'da özetlenmiştir.

**Tablo 3.** Donanım ve donanım güncelleme maliyet türleri ve tutarları (Types and amounts of costs of equipment and equipment upgrades)

Hesaplanan Donanım ve Donanım Güncelleme Maliyet Türleri	Tutar (TL)
IPv6 Destekleyen Yönlendirici Maliyeti	15133785
Donanım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Router Maliyeti	2819220
IPv6 Destekleyen Katman 3 (Layer 3) Anahtarlama Cihazı Maliyeti	7407509
Donanım Güncel. ile IPv6 Destekleyebilecek Katman 3 (Layer 3) Anahtarlama Cihazı Maliyeti	4445900
Küresel İnternet Hizmeti IPv6 Destekleyen Yönlendirici Maliyeti	1482297
Donanım Güncel. ile İnternet Hizmeti IPv6 Destekleyen Yönlendirici Maliyeti	150820
IPv6 Destekleyen Güvenlik Duvarı Maliyeti	3152631
IPv6 Destekleyen IDS Maliyeti	772238
IPv6 Destekleyen IPS Maliyeti	1052400
IPv6 Destekleyen Spam / Virüs Önleme Geçidi (Gateway) Maliyeti	564664
IPv6 Destekleyen İçerik Filtreleme Maliyeti	722736
IPv6 Destekleyen Altyapı Cihaz Maliyeti	41000
Donanım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Altyapı Cihaz Maliyeti	62000
IPv6 Destekleyen VoIP Telefon Maliyeti	5000
Toplam Donanım ve Donanım Güncelleme Maliyeti	<b>37812200</b>

**Tablo 4.** İSS'ler için donanım ve donanım güncelleme maliyet türleri ve tutarları (Types and amounts of costs of equipment and equipment upgrades for ISPs)

Hesaplanan Donanım ve Donanım Güncelleme Maliyet Türleri	Tutar (TL)
IPv6 Destekleyen Yönlendirici (Router) Maliyeti	47457400
Donanım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Yönlendirici (Router) Maliyeti	1561600
IPv6 Destekleyen Katman 3 (Layer 3) Anahtarlama Cihazı Maliyeti	3362532
Donanım Güncel. ile IPv6 Destekleyebilecek Katman 3(Layer 3) Anahtarlama Cihazı Maliyeti	266500
IPv6 Destekleyen Güvenlik Duvarı Maliyeti	530200
IPv6 Destekleyen IDS Maliyeti	3484100
IPv6 Destekleyen IPS Maliyeti	527100
IPv6 Destekleyen Spam / Virüs Önleme Geçidi (Gateway) Maliyeti	67200
IPv6 Destekleyen İçerik Filtreleme Maliyeti	30600
IPv6 Destekleyen Altyapı Cihaz Maliyeti	429000
Donanım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Altyapı Cihaz Maliyeti	1452500
IPv6 Destekleyen VoIP Telefon Maliyeti	1000
Toplam Donanım ve Donanım Güncelleme Maliyeti	<b>59169732</b>

**Tablo 5.** Yazılım ve yazılım güncelleme maliyet türleri ve tutarları (Types and amounts of costs of software and software updates)

Hesaplanan Yazılım ve Yazılım Güncelleme Maliyet Türleri	Tutar (TL)
Yazılım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Yönlendirici (Router) Maliyeti	29694
Yazılım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Katman 3 (Layer 3) Anahtarlama Cihazı Maliyeti	63300
Yazılım Güncellemesi ile Küresel İnternet Hizmeti IPv6 Des. Yönlendirici Maliyeti	6600
Yazılım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Altyapı Cihaz Maliyeti	-
Toplam Yazılım ve Yazılım Güncelleme Maliyeti	<b>99594</b>

**Tablo 6.** İSS'ler için yazılım ve yazılım güncelleme maliyet türleri ve tutarları (Types and amounts of costs of software and software updates for ISPs)

Hesaplanan Yazılım ve Yazılım Güncelleme Maliyet Türleri	Tutar (TL)
Yazılım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Yönlendirici Maliyeti	45262
Yazılım Güncellemesi ile IPv6 Destekleyebilecek Altyapı Cihaz Maliyeti	29700
Toplam Yazılım ve Yazılım Güncelleme Maliyeti	<b>74962</b>

#### 4.3. Eğitim Maliyetleri (Training Costs)

Kurumların sahip oldukları bilgi birikimi ve insan kaynağı anketlerde sorgulanmıştır. Elde edilen verilerden, 108 kurum ve üniversitede toplam 3887 bilgi işlem personeli çalıştığı belirlenmiştir. Veriler genel olarak öncelikle değerlendirilmiş, kurumların personelini eğitmek için ihtiyaç duyacağı eğitim ihtiyacı, düşük, orta ve yüksek olmak üzere üç kategoride değerlendirilmiştir. Bu personelin; 500 personelin “yüksek”, 1000 personelin “orta” ve kalan 2387 personelin de “düşük” kategoride bilgi birikimine sahip olduğu anketlerden anlaşılmıştır.

Bu grupta, belirlenen kategorilere ait ihtiyaç duyulacak eğitim saati ihtiyacı oranları yüksek için 20, orta için 50, düşük için 100 olarak belirlenmiştir. Buna ilave olarak ise her eğitim için ihtiyaç duyulacak minimum saat ücretinin ise 50TL olacağı tahmin edilerek, geçiş için ihtiyaç duyulacak eğitim ihtiyacının maliyeti ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Elde edilen veriler dikkate alınarak, kurum ve üniversiteler için eğitim maliyeti hesabı Tablo 7’de sunulmuştur. Doldurulmuş anketlerden elde edilen veriler ışığında 18 İSS’ye ait elde edilen eğitim maliyetleri değerleri ve toplamı Tablo 8’de özetlenmiştir.

**Tablo 7.** Eğitim maliyet türleri ve tutarları (Types and amounts of training costs)

Personel Sayısı	Personel Kategorisi	Kurs Saati	Saat Ücreti (TL)	Toplam Maliyet (TL)
500	Yüksek	20	50	500000
1000	Orta	50	50	2500000
2387	Düşük	100	50	11935000
<b>Toplam Eğitim Maliyeti</b>				<b>14935000</b>

**Tablo 8.** İSS'ler için eğitim maliyet türleri ve tutarları  
(Types and amounts of training costs for ISPs)

Personel Sayısı	Personel Kategorisi	Kurs Saati	Saat Ücreti (TL)	Toplam Maliyet (TL)
50	Yüksek	20	50	50000
100	Orta	50	50	250000
231	Düşük	100	50	1155000
<b>Toplam Eğitim Maliyeti</b>				<b>1455500</b>

## 5. DEĞERLENDİRMELER VE SONUÇLAR (ASSESSMENT AND CONCLUSIONS)

Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı ve Geçiş Projesi ile Türkiye'nin IPv6 geçiş aşamasındaki yol haritasının belirlenmesi hedeflenmektedir. IPv4 protokolünden IPv6 protokolüne geçiş maliyeti, ülkenin sahip olduğu bilişim altyapısının IPv6 destekleme oranına göre farklılıklar göstereceğinden mevcut durumun değerlendirilmesi önem arz etmiştir. Bu amaçla gerçekleştirilen anket çalışmalarının sonuçları istatistiksel olarak yeterli bulunmuş olup gelecekteki çalışmalara ışık tutacak niteliktedir.

Ülkemizdeki tüm kamu kurumlarına anket gönderilmiş olup, ankete cevap veren 108 kamu kurumu (üniversiteler dâhil) için anket sonuçları değerlendirildiğinde, belirlenen her bir kalem için maliyet analizi çıktıları Tablo 9'da verilmiştir.

**Tablo 9.** Kurum ve üniversitelerin toplam IPv6 geçiş tahmini maliyetleri (The total estimated costs of transition to IPv6 for institutions and universities)

Maliyet Türü	Maliyet Tutarı (TL)
Donanım	37812200
Yazılım	99594
Eğitim	14935000
<b>Kurum ve Üniversiteler için Tahmini Maliyet</b>	<b>52846794</b>

Bu çalışma sonucunda; belirlenen maliyet kalemleri ile elde edilen diğer bulgular/veriler incelendiğinde elde edilen hususlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- Kamu kurumlarının tahmini geçiş maliyetinin 52846794TL olacağıdır.
- Kurum başına düşen IPv6 geçiş maliyeti (donanım, yazılım ve eğitim giderleri dahil) ortalamasının yaklaşık olarak 490000TL olduğu.
- Anketin gönderildiği toplam 196 kamu kurumu için toplam tahmini IPv6 geçiş maliyeti yaklaşık 96040000TL olacağıdır.
- Kamu kurumları başına yaklaşık toplam maliyet 350000TL olacağı tahmin edilmektedir. Bu değer anketin gönderildiği 196 kamu kurumu dikkate alındığında toplam donanım giderleri yaklaşık 69000000TL civarındadır. Bu oran ise toplam maliyet dikkate alındığında, toplam maliyetin %73'ünü oluşturduğundan en büyük maliyet donanım maliyeti olarak karşımıza çıkmaktadır.
- Toplam tahmini maliyetler değerlendirildiğinde, birinci yüksek maliyet donanım maliyeti iken

ikinci maliyet eğitim ve üçüncü ise yazılım olarak belirlenmiştir. Bu maliyetlerde dünya geneli değerlendirildiğinde, yazılım tarafındaki maliyetlerin ülkemizde düşük çıkması üzerinde dikkatlice durulması ve üzerinde detaylı çalışmalar yapılmasını gerektirmektedir.

108 kamu kurum ve kuruluşları için yapılan anket sonucu değerlendirildiğinde;

- 86 kamu kurumunda yönlendirici cihazların bulunduğu ve toplam yönlendirici sayısının 7365 olup IPv6 destekleyen yönlendirici sayısının ise 1072 olduğu,
- 80'inde güvenlik duvarının var olduğu,
- Güvenlik personeli sayısının 104 olduğu ve bunların 25'i üniversitede iken 79'u diğer kamu kurumlarında bulunduğu,
- Toplam yazılımcı sayısının 826, toplam sistemci sayısı 389, toplam ağ yöneticisi sayısı 193, toplam bilgi işlem personeli 3415, toplam diğer bilgi işlem personeli sayısı 1429,
- Toplam IPv6 destekleyen IDS sayısı ise 32 ve IPS sayısı 12,
- IPv6 destekleyen İçerik Filtreleyici sayısı 40,
- IPv6 destekleyen VOIP sayısı 281,
- IPv6 destekleyen IDS sayısı 216,
- IPv6 destekleyen Katman 3 (Layer 3) anahtar sayısı 679,
- Toplam IPv6 destekleyen antivirüs/spam sayısı 12031 olduğu anlaşılmıştır.

26 İSS'ye anket gönderilmiş olup, ankete cevap veren 18 İSS için anket sonuçları değerlendirildiğinde, belirlenen her bir kalem için maliyet analizi çıktıları Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10.** İSS'lerin toplam IPv6 geçiş tahmini maliyetleri (The total estimated costs of transition to IPv6 for ISPs)

Maliyet Türü	Maliyet Tutarı (TL)
Donanım Maliyeti	59169732
Yazılım Maliyeti	74962
Eğitim Maliyeti	1455500
<b>İSS'ler için Tahmini IPv6 Projesi Maliyeti</b>	<b>60700194</b>

Belirlenen maliyet kalemleri toplandığında ve elde edilen diğer bulgular/veriler incelendiğinde, İSS'ler için elde edilen hususlar maliyet açısından değerlendirildiğinde elde edilen hususlar aşağıda maddeler halinde özetlenmiştir.

- İSS'lerin tahmini geçiş maliyetinin 60700194TL olacağı değerlendirilmektedir.
- İSS başına düşen IPv6 geçiş maliyeti (donanım, yazılım ve eğitim giderleri dâhil) ortalamasının yaklaşık olarak 3372233TL olacağı öngörülmektedir.



- Toplam tahmini maliyetler değerlendirildiğinde, birinci yüksek maliyet donanım maliyeti iken ikinci maliyet eğitim ve üçüncü ise yazılım olarak belirlenmiştir.

Sonuç olarak elde edilen veriler genel olarak değerlendirildiğinde;

1. Kamunun pek çok kurumunun bilgi işlem açısından gelişmiş olduğu, kamunun güvenlik tarafının geliştirilmesi gerektiği, IPv6 destekleyen ürünler bazında kamuda bir farkındalığın başladığı fakat bunun yeterli olmadığı ve geliştirilmesi gerektiği görülmektedir.
2. Kamuda bulunan lisanslı işletim sistemi son kullanıcı sayısının genelle bakıldığında düşük olduğu görülmektedir. Sunucu tarafındaki lisanslı işletim sistemi sayısının da son kullanıcı sayısı gibi yüksek olduğu, açık kaynak kodlu işletim sistemi kullanımının ise %20'lerde olduğu gözlemlenmiştir.
3. Kurumların vermiş olduğu FTP, DNS, HTTP, POP3, VPN, IMAP, Proxy, Veritabanı, Sanal Sunucu gibi hizmetlerin oranının genelde düşük olduğu gözlemlenmiştir.
4. İki kurumun ISO 27001 belgesi aldığı ve bu kurumlardan birisinin de COBIT belgesinin olmasının başlangıç açısından sevindirici olsa da genelde kurumlarda bilgi güvenliği seviyesinin düşük olduğu görülmüştür.
5. Kurumların sadece birinde kalite güvence belgesi olduğu belirlenmiştir.
6. Verilen veya verilecek hizmetler bakımından değerlendirildiğinde, kurumların genelde iyi bir işbirliği ve birlikte çalışılabilirlik ortamını oluşturamadıkları, yüksek seviyede ve kaliteli internet hizmeti vermedikleri görülmektedir.
7. IPv6'ya geçiş konusunda anket gönderilen tüm kamu kurumları değerlendirildiğinde, IPv6 farkındalığının düşük olduğu, güvenli yazılım geliştirme konusunda daha çok dikkat edilmesi gerektiği, güvenlik teknolojileri kullanma ve yönetimi konusunda daha dikkatli olunması gerektiği belirlenmiştir.
8. IPv6 konusunda kurumların farkındalığı %40'larda olsa da IPv6'ya geçiş planı olan kurum sayısının 18 olması; 6 kurumun IPv6 adres sahibi olması; 11 kurumun 2014'de IPv6'ya geçmeyi planlamaları; geçerken kullanacakları geçiş mekanizmasını belirtmeleri; 3 kurumun yönlendirici ayarlarını yapması başlangıç açısından sevindirici olsa da dünya geneline baktığımızda geçiş için kurumların farkındalıklarını arttırmaları gerektiği görülmektedir.
9. İSS'ler genel olarak değerlendirildiğinde, kamuya göre bilgi ve farkındalığı yüksek olduğu görülse de yüksek seviyede bir farkındalık olmadığı görülmüştür. Kamuya göre IPv6 destekli

yönlendiricilerin sayısının daha düşük olduğu belirlenmiştir.

10. İSS'lerin internet hizmetlerini kamuya göre daha iyi ve kapsamlı verdiği görülse de farkındalık konusunda çok da başarılı olmadıkları değerlendirilmektedir. IPv6'ya geçiş planı olan İSS sayısının az olması, şu ana kadar IPv6 adresi alan İSS'lerin sayısının düşük olması olumsuz olarak değerlendirilse de 2014'e kadar geçişin yapılmasını planlayan İSS oranının yüksek olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışma ile ülke IPv6 farkındalık ve durum tespiti sonucu özetlenmiş ve ülkemizin IPv6'ya geçiş maliyetini düşürebilmemiz için kurum ve kuruluşların IPv6'ya geçiş konusunda daha dikkatli olmaları; kurumlarını IPv6'ya hazır hale getirmeleri konusunda bilgi birikimlerini arttırmaları; bu konuda eğitilmiş insan kaynağını geliştirmek için planlama yapmaları ve en önemlisi, konuyla ilgili olarak Aralık 2010 da yayımlanan Başbakanlık Genelgesini dikkate almaları gerekmektedir. Bu hususlara azami derece dikkat edilmesinin ülke geçiş maliyetini düşüreceği ve bu konuda yapılabilecek olan çalışmaların önünü açacağı değerlendirilmektedir.

## 6. ÇALIŞMA KISITLARI VE ÖNERİLER (STUDY CONSTRAINTS AND RECOMMENDATIONS)

Yapılan çalışmada, anket yapılan kamu kurumları ve üniversitelerden ankete beklenen düzeyde katılım olmaması, katılım sağlayanların ise maliyet hususunda gerçeğe yakın veri girmedikleri değerlendirildiğinden, sonuçların gerçeği çok yansıtmadığı düşünülmüştür.

Her ne kadar anket yapılmadan önce anketle ilgili olarak dolduracak kurumlara bir günlük bir eğitim verilmiş olsa da konunun yeni, kapsamlı ve pek çok parametreyi ve bilgi birikimini içermesinden dolayı bu hususun önemli bir kısıt oluşturduğu ve doğal olarak böyle bir sonuçla karşılaşıldığı değerlendirilmektedir.

Yapılan istatistikî analiz sonuçları değerlendirildiğinde, ankete girilen değerlerin tutarlı oldukları belirlenmiş ise de ankete cevap verenlerin ekonomik değerleri detaylandıramadığı, özellikle eğitim, işgücü ve yazılım maliyetlerinin dünya örnekleri değerlendirildiğinde bu hususun gözden kaçtığı görülmüştür. Konu ile ilgili bilgi eksikliği olduğu görüldüğünden verilen değerlerin gözden geçirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu sebeple, bu anketin seçilecek olan birkaç örnek kurum/kuruluş ile tekrar yapılarak mevcut anketin gözden geçirilmesi ve tahmini değerlerin tekrar hesaplanmasının daha faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

## 7. TEŞEKKÜR (ACKNOWLEDGMENT)

TÜBİTAK KAMAG Başkanlığı'na 108G100 nolu "Ulusal IPv6 Protokolü Altyapısı Tasarımı ve Geçışı" projesine maddi desteklerinden dolayı şükranlarımızı sunarız.

## 8. KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SyY81S9>, Address Allocation for Private Internets, 25.11.2011.
2. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SybztXc>, The IP Network Address Translator (NAT), 25.11.2011.
3. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Sye6lID>, IP Mobility Support for IPv4, 25.11.2011.
4. Majstor F. "Does IPv6 protocol solve all security problems of IPv4?", **In: Information Security Solutions Europe**, Vienna, Austria.07-09 Ekim 2003.
5. Mohacsi J., Szigeti S., Maray T., "Testing IPv6 Implementations", **Computer Networks and ISDN Systems**, Vol.30, 1617-1625, 1998.
6. Zagar D., Grgic K., Rimac-Drlje S., "Security Aspects In IPv6 Networks – Implementations And Testing", **Computers and Electrical Engineering**, Vol.33, 425-437, 2007.
7. Cooper M., Yen D. C., "IPv6:Business Applications And Implementation Concerns", **Computer Standards&Interfaces**, Vol.28, 27-41, 2005.
8. Nikkel B. J., "An Introduction to Investigating IPv6 Networks", **Digital Investigation**, Vol.4, 59-67, 2007.
9. Mackay M., Edwards C., "A Managed IPv6 Transitioning Architecture for Large Network Deployments", **IEEE Internet Computing**, 42-51, 2009.
10. Jayanthi J. G., Rabara S. A., "Transition and Mobility Management in the Integrated IPv4 and IPv6 Network", **IEEE International Conference on Electronics and Information Engineering**, ICEIE 2010, Vol.1, 162-166, 2010.
11. Shin M., Han Y., Kim H. , "IPv6 Operations and Deployment Scenarios over IEEE 802.16 Networks", **IEEE ICACT2007**, 12-14 February 2007.
12. Knoth A., Neuhäuser D., "IPv6-only Nodes in Corporate and Academic Networks", **Sixth International Conference on Networking and Services**, 91-96, IEEE Computer Society, 07-13 Mart 2010.
13. Xia Y., Lee B.S., Yeo C.K., Seng V. L. S., "An IPv6 Translation Scheme for Small and Medium Scale Deployment", **Second International Conference on Advances in Future Internet**, IEEE Computer Society, 108-112, 18-25 July 2010.
14. Yan-ge C., Zi-yi H., Shui-mu T., "IPv6 network comprehensive deployment on campus network", **International Conference on Environmental Science and Information Application Technology**, 631-634, IEEE Computer Society, 04-05 July 2009.
15. Kizilkaya Aydogan, E., Soylu M. Y., Gencer C. Cetin S., Soysal M., Bektas O., Yuce E., Ozturk Y., Gokirmak Y., Sagiroglu S., "AHP Model for Transition from IPv4 to IPv6". Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University Vol 26, No 3, 701-709, 2011.
16. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SygQ3Hk>, CITC Internet Services Development Project: Phase II : IPv6 Strategy for the Kingdom of Saudi Arabia, 25.11.2011.
17. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SyifG6P>, Mikawa S., "IPv6 Activities in Japan", **IPv6 Promotion Council / TF for IPv4 Exhaustion NTT Communications**, 25.11.2011.
18. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SylJhGy>, Summary of the responses to the ITU-TSB Questionnaire on IPv6 address allocation and encouraging the deployment of IPv6, ITU-TSB, 25.11.2011.
19. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SymQmZ>, O, IA Connect Vendor Questionnaire, Department of Defense (DoD) IA Connect Knowledge Center, 25.11.2011.
20. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SynUu3O>, Roberts, P., Internet Society Organization Member IPv6 Study, Internet Society, 25.11.2011.
21. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Syp8xtn>, Jiang S. and Carpenter B., Questionnaire On ISP IPv6 Deployment, 25.11.2011.
22. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Syq4QW7>, Questionnaire on IPv6 address allocation and encouraging the deployment of IPv6, ITU, Geneva, 25.11.2011.
23. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SyrV5RW>, IPv6 Transitioning Roadmap, 25.11.2011.
24. İnternet: <http://www.webcitation.org/63T0lh8hE>, RTI study pegs Internet protocol transfer cost at \$25B in U.S., Triangle Business Journal, 3 February 2006, 25.11.2011.
25. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Syu7o0R>, European IPv6 Action Plan ARIN/CAIDA survey, 25.11.2011.
26. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Syux7TI>, ARIN/CAIDA survey results, 25.11.2011.
27. Fernandes J., Friacas C., "IPv6 Benchmarking", **ITU Workshop on IPv6**, Geneva, Italy, 22-23 June 2005.
28. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Syy5Wm>, H, Internet Protocol, Version 6 (IPv6) Specification, 25.11.2011.
29. İnternet: <http://www.webcitation.org/63SyzSsZe>, Mandatory Reference - IPv6 Plans and Standards

- Mandatory Reference - Mission BCP and DRP Checklist, 25.11.2011.
30. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Sz0fhGy>, United States Government Accountability Office. Report to Congressional Requesters. May 2005. Internet Protocol, 25.11.2011.
  31. İnternet: [http://www.rti.org/pubs/IPv6\\_cost-benefit.pdf](http://www.rti.org/pubs/IPv6_cost-benefit.pdf), IPv6, Economic Impact Assessment, 25.11.2011.
  32. İnternet: <http://www.webcitation.org/63Sz2QrH8>, United States Department of Veterans Affairs Internet Protocol Version 6 (IPv6) Progress Report, 25.11.2011.
  33. Sağiroğlu Ş., Karacan, H., Alkan, M., Ünver, M., Orcan, S. ve Yavanoğlu, U. "Ulusal IPv6 Protokol Altyapısı Tasarımı Ve Geçiş Projesi: Anket Çalışması", **Ulusal IPv6 Konferansı**, Ankara, s.19-25, 2011.
  34. Anderson D. R., Sweeney D. J and Williams, T.A., "Statistics For Business and Economics", South-Western College Publishing, Ohio, 1999.
  35. İnternet:<http://www.webcitation.org/63T15Vr2D>, Memorandum For The Chief Information Officers, Office of E-Government and Information Technology SUBJECT: Transition Planning for Internet Protocol Version 6, 25.11.2011.

