

IPv6'ya Geçiş Sürecinde Uyum Sağlama Testleri

Gürcan Çetin¹

Ali Hakan Işık²

Abdullah Orman³

^{1,3} Elektronik ve Bilgisayar Eğitimi Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi, Ankara

² Bilişim Enstitüsü, Gazi Üniversitesi, Ankara

¹e-posta: gçetin@gazi.edu.tr

²e-posta: ahakan@gazi.edu.tr

³e-posta: abdullah @gazi.edu.tr

Özet

IPv4 protokolüne dayanan internetin son yıllarda tahminlerinde ötesinde genişlemiş olması, akıllı evlerin ortaya çıkması ile her cihazın ayrı bir IP'ye ihtiyaç duyması, VOIP, yeni hostlar için IPv4 ile verilebilecek IP adresi sayısı neredeyse yetersiz kılmuştur. Birden çok bilgisayarın internete çıkarken bir IP adresinin paylaşımını sağlayan NAT gibi uygulamalar IP adres ihtiyacını karşılayacağı düşünülse de uçtan uca adresleme, paket iletim güvenliğini sağlamamaktadırlar. IPv4'ün adreslemede yetersiz kalması üzerine Internet Protokol version 6 (IPv6) geliştirilmiş ve bu protokolle 32-bitlik adresleme alanı 128 bite çıkartılmıştır. Ayrıca IPv6'nın IPsec özelliğini desteklemesi, otomatik adres yapılandırması ve basitleştirilmiş başlık bilgisi özellikleri ile yeni nesil ihtiyaçlara cevap vereceği düşünülmektedir. IPv6'ya geçiş sürecinde birbirinden farklı IPv6 uygulamalarına sahip yeni aygıtlar üretilmektedir. Birbirinden farklı IPv6 aygıtlarının birbiriyle çalışabilmesini garanti altına almak için uyum sağlama testleri gereklidir. Uyum sağlama testi IPv6 uygulamalarının güvenilirliğini arttıran en önemli metottur. Uyum sağlama testi bir uygulamanın özel bir standarda göre uygulanıp uygulanmadığının onaylanması sürecidir. Bu makalede günümüzde yaygın olarak kullanılan işletim sistemleri için yapılmış IPv6 uygulamaları uyum sağlama testleri ve IPv6 protokolü için yapılmış uyum sağlama testlerinin yöntemleri, test mimarileri ve test ortamları incelemiştir. Bu makalenin amacı yapılmış olan uyum sağlama testleri sonucunda IPv6 uygulamalarında bulunan hataların incelenmesi ve IPv6'ya geçiş sürecinde karşılaşılabilecek problemler için öneriler sunmaktır.

Anahtar Sözcükler: Ipv6, Uyum Sağlama Testi

1. Giriş

İnternet protokolü 1970'lerde ilk olarak geliştirildiği zaman, kullanıcıların birçoğu internette genel kullanımın tersine hükümet ve eğitim çevrelerinde kullanım için sınırlandırıldı. Bu

yüzden adreslerin büyük çoğunluğu yeterliydi [1]. Ancak IPv4 protokolüne dayanan internetin son yıllarda tahminlerinde ötesinde genişlemiş olması yeni hostlar için IPv4 ile verilebilecek IP adresi sayısı neredeyse yetersiz kılmuştur.

Bugün milyonlarca kullanıcı DHCP(Dynamic Host Configuration Protocol) kullanarak geçici adresleri paylaşabilmelerine rağmen akıllı evlerin ortaya çıkması ile her cihazın ayrı bir IP'ye ihtiyaç duyması, IP telefon, mobile IP ve web TV gibi yeni uygulamalar artık adres paylaşımını uygun kılmıyor. Son yıllarda NAT gibi teknikler ile IPv4'ün ömrü uzatıldı ancak bu değişiklik yeni problemler oluşturdu ve ağ yönetimi için de çok miktarda ek yük getirdi [2].

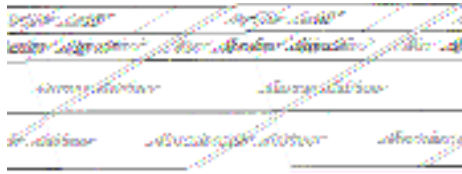
IPv4'de karşılaşılan bu tür problemler üzerine yeni nesil Internet protokolü IPv6 geliştirilmiştir. Ancak IPv6'ya geçiş sürecinde ağ üzerinde birbirinden farklı IPv6 uygulamalarına sahip yeni aygıtlarda yerlerini almaya başladı. Birbirinden farklı IPv6 aygıtlarının birbiriyle çalışabilmesini garanti altına almak içinse uyum testleri gereklidir. Uyum testi yeni protokol uygulamalarının standartlar için uyumlu olduğunu garanti etmek ve farklı IPv6 uygulamaları arasındaki birlikte çalışabilirliği temin etmek için gereklidir. Uyum testi IPv6 uygulamalarının güvenilirliğini arttıran en önemli metottur [3][4][5][6][7].

ISO/IEC 9646 uyum testleri için standart bir metodoloji ve çatı tanımlamıştır [4][8]. Bu standart metodoloji genel test takımını tanımlamak için TTCN gibi bir test takımı belirtim dilini kullanır. Fakat IPv6'nın basitleştirilmiş başlık yapısı ve birçok karışık algoritma tanımlayan IPsec özelliği ile TTCN'e dayanan uyum testlerinin IPv6 için yeterli olmadığını gözükmektedir.

Makalenin ikinci bölümünde IPv6'ya değinilerek uyum testleri ve metodolojileri hakkında bilgi üçüncü bölümde verilmiştir. Dördüncü bölümde ise IPv6 için standart uyum testlerinde karşılaşılan problemler anlatılmıştır.

2. İnternet Protokolu Version 6 (IPv6)

IPv6'nın gelişimi, IPv4'ün kullanımındaki deneyimler hesaba katılarak tasarlanmış ve IPv4'te mevcut olmayan birçok yeni kavram IPv6'da kabul edilmiştir. IPv6, paket başlığını CPU yükünü azaltmak ve ağ bant genişliğini korumak için basitleştirmiştir. Her bir IPv6 paketi bir ana başlık ve birçok uzantı başlıktan (fragment header, hop by hop header, destination option header, routing header, router header type 0, ICMPv6 header, authentication header, encrypted security payload header, mobile header) oluşur. Şekil-1 IPv6 ana başlığını göstermektedir. IPv4'te sunulan çeşitli boyutlardaki seçenek alanı işlevleri şimdi ana IPv6 başlığını takip eden uzantı başlıklar zinciri tarafından sunulur [3] [4].



Şekil-1 IPv6 Ana Başlığı

IPsec IPv6'nın getirdiği diğer bir farklılıktır. IPsec güvenlik mimarisi IPv6 uygulamaları için zorunludur. IPsec güvenlik hizmetini IP katmanında sağlar. IPsec bir çift host, bir çift geçityolu veya bir geçityolu ve bir host arasındaki bir ya da birden çok yolu korumak için kullanılabilir. IPsec taşıma modunda ve tünel modunda kullanılabilir. Taşıma modu öncelikle üst katman protokolleri için koruma sağlar. Tünel modu ise tünellenmiş IP paketlerine uygulanır.

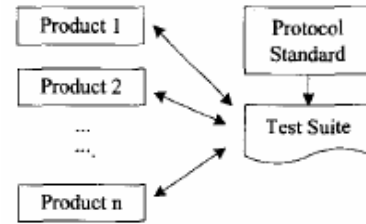
IP katmanı için güvenliğin eklenmesi güvenli internet üzerinden bütün uygulamalara yayar. IPsec'de bir dizi güvenlik servisi iki güvenlik protokolünün kullanımı boyunca sağlanabilir. Bunlar sıra ile kimlik denetimi başlığı AH (Authentication Header) ve ESP (Encapsulation Security Payload Header) olarak bilinir. IPsec AES-CBC, DES-CBC ve 3DES-CBC gibi şifreleme algoritmaları ve HMAC-SHA1-96 ve HMAC-MD5-96 gibi kimlik doğrulama algoritmaları tanımlar [2] [3] [4].

3. Uyum testi nedir?

Uyum testi, bir uygulamanın özel bir standarda uygun olarak gerçekleştiğini tanımlayan bir süreçtir. Uyum testi yeni protokol uygulamalarının standartlar için uyumlu olduğunu garanti etmek için yapılır. Bir uyum testi hem maliyet hem de teknik açıdan çok ayrıntılı olamaz ve başarılı bir şekilde geçmiş bir test takımı(test suit) %100 garanti sağladığını göstermez. Ancak, bir uyum testi

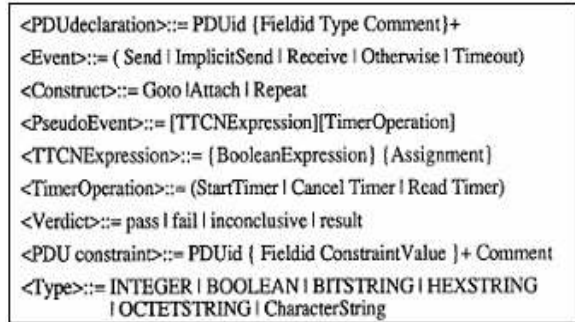
uygulamanın onun belirtimi ile uyumlu olduğunu makul bir güven derecesinde garanti eder. Ayrıca, uygulamaların birlikte çalışma olasılıklarını artırır [3][4][5][7][8]. Uyum testi sonuçları yalnızca uyum testi sürecindeki elemanlar kadar güvenilirdir. Uyum testinde benzerliği ve güvenilirliği arttırmak için bu elemanların her biri için uygun standartların geliştirilmesi zorunludur [9].

Uyum testi içyapı ve uygulama davranışlarının test süresince göz önünde bulundurulmadığı kara kutu (black-box) testtir. Bir uyum testinde test takımı protokol standardından üretilir ve bütün sonuçlar Şekil-2'dekine benzer bir test takımından geçirilir [4][6][10].



Şekil-2 Uyum Testi Modeli

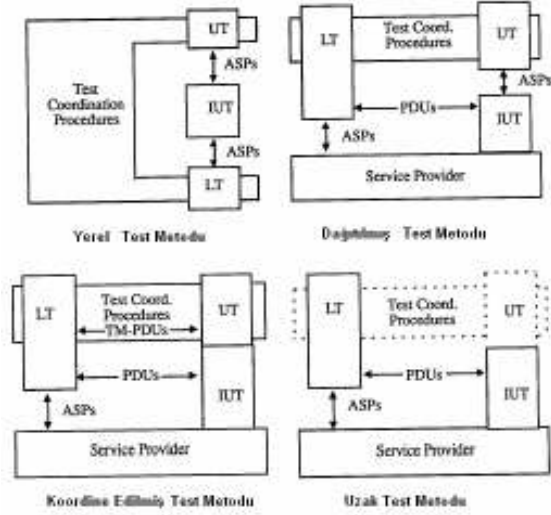
Test takımlarını geliştirmek kolay bir iş değildir. Bu süreç iyi tanımlanması gereken bir süreçtir. Test geliştirici testin niçin yapıldığını ve nasıl devam edeceğini tanımlar [6]. Test takımı belirtim dili protokol testi için oldukça önemlidir. Birçok öneriden sonra TTCN (Tree and Tabular Combined Notation) belirtim dili olarak kabul edilmiştir. Şekil-3'de dilin ana elemanları gösterilmiştir [4][9]. TTCN'nin derleyicisi ve uygulayıcısı test sistemidir.



Şekil-3 TTCN'nin ana elemanları

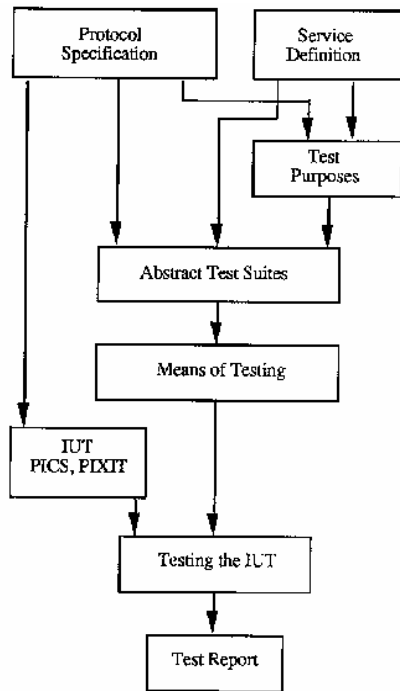
Uyum standardının ana maddelerinden birisi IUT (Implementation Under Test) olarak adlandırılan protokolün uygulanmasıdır. Bizim uyum hakkında alacağımız her hangi bir sonuç IUT'nin alt veya üst servis arayüzlerinde meydana gelecek olayları kontrol etme ve gözlemlleme yoluyla IUT gerçekleştirir. ISO/IEC 9646 terimlerinde bu etkileşimler PCO(Points of Control and Observation)'larda meydana gelir ve ASPs(Abstract

Service Primitives)’de gömülü PDUs(Protocol Data Unit) yoluyla ifade edilir. ISO/IEC 9646 son sistem için dört özet test metodu tanımlamıştır. Bunlar; yerel, dağıtılmış, koordine edilmiş ve uzak test metodlarıdır. Bunlardan ikisi üst test edici (Upper Tester) ve IUT arasında bir PCO kullanır (yerel, dağıtılmış). Diğer ikisi ise yalnızca alt test edici(Lower Tester) altında tek bir PCO kullanır (koordine edilmiş, uzak) [3]. Şekil-4 ’de Test metodları gösterilmiştir [9].



Şekil-4 Test Metodları

Standart test mimarisinin yanında ISO/IEC 9646 aynı zamanda uyum testi metodolojisini de standartlaştırmıştır. Bu metodoloji şekil-5’de gösterilmiştir.



Şekil-5 Standart uyum testi metodolojisi

Uyum testinin ana elemanları, Test Amacı, Test Metodu, Test Senaryoları (Test Cases), Test Takımı(Test suit) ve Test Takımı Yapısı’dır [5].

3.1 Uyum testi metodu

Basitçe söylemek gerekirse, test metodu test mimarisi ya da yapılandırmasıdır. Test mimarisi IUT (Implementation Under Test)’ i içerir ve testin kategorisi ISO/IEC 9646 tarafından tanımlanmış dört olanaktan (yerel, dağıtılmış, koordine edilmiş ve uzak) seçilir [5].

3.2 Uyum testi senaryoları

Bir test senaryosu bir bütündür ve özel bir test amacını başarmak için gereklidir. Test senaryosu kararlı bir test etme durumunda başlar ve sona erer. Test senaryosu sırayla ya da aynı zamanda çalışan uygulamaları içerebilir. Test senaryoları TTCN gibi bir programlama dilinde yazılır [5].

3.3 Test takımı ve test takımı yapısı

Test takımı bir test takımı yapısı içerisinde organize edilmiş test senaryolarının toplanmasıdır. TTCN dili kullanılarak yazılır. Test takımı yapısı test amaçlarının mantıksal ve alt gruplarda gruplandırılması ve bu yapıyı yansıtacak bir numara ile tanımlanmasıdır. Test takımı yapısı testin amaçları ile paralel geliştirilir [5][9].

4. IPv6 için standart uyum testi problemleri

IPv6’ya geçiş sürecinde birbirinden farklı IPv6 uygulamalarına sahip yeni aygıtlar üretilmeye başladı. Birçok IPv6 aygıtını uygun şekilde yönetebilmeyi sağlamak için ise uyum sağlama testi gereklidir. Uyum testi IPv6 uygulamalarının güvenilirliğini arttıran en önemli yöntemdir. ISO/IEC 9646 uyum testleri için standart bir metodoloji ve çatı tanımlamıştır [4][8]. Burada şu uyum testi süreçleri vardır [8].

- Genel test takımı protokol standart belirtimine dayanır.
- Genel test takımını tanımlamak için TTCN gibi bir test takımı belirtim dilini kullanır.
- Özel bir test platformunda özet test takımını uygulamaya koyar.
- Test sonuçlarını analiz eder ve sonunda test raporu verir.

Yukarıdan da görüldüğü gibi test takımı belirtim dili ve dili destekleyen test platformu uyum testi için oldukça önemlidir. Protokol testi için TTCN önerilen test takımı belirtim dilidir, fakat bu aşağıda

belirtilen nedenlerden dolayı IPv6 uyum testi için uygun değildir [8][10].

- Ana başlık ve onu izleyen birçok uzantı başlık yapısı ile IPv6 başlık yapısını basitleştirir. Bu da veri akış testini zorlaştırır. TTCN'nin tanımlayabildiği başlık yapısı belirli bir kendinden tanımlı yapı tipidir. Bu da bir ya da daha fazla başlıktan meydana gelmiş paketleri tanımlamayı zorlaştırır.
- IPSec IPv6 için en gerekli protokoldür ve bir çok karışık algoritma tanımladığı için IPSec testi IPv6 uyum testinin en zor parçalarından birisidir. Çünkü IPSec mekanizması paket alış verişinde birçok şifreleme, algoritma ve kimlik doğrulamayı gerektirir. IPSec uygulamalarını test etmek için geçerli paketlerin üretilmesine ve IUT (Implementation Under Test)'den paketlerin doğrulanmasına ihtiyaç vardır. Test takımı belirtimi IPSec'i test ettiği zaman her hangi bir algoritma tanımlar. Standart test çatısında, karışık algoritmalar içeren test takımının bütün detayları bütünüyle TTCN tarafından tanımlanır. TTCN hesaplama için bazı basit sözdizimleri tanımlar. Fakat TTCN bir script dildir ve bu da onu bazı karışık algoritmalar için kullanışsız yapar.
- TTCN yaklaşık 700 BNF sözdizimi tanımlamasına sahiptir. Bu da bir TTCN derleyici geliştirmeyi çok büyük bir iş haline getirir.

5. Sonuç

Yeni nesil Internet Protokol version 6 (IPv6) bugün ki internetin karşılaştığı problemler için en iyi çözüm olarak görülüyor. Bu protokolle IPv4'te yer alan 32 bitlik adresleme alanı 128 bite çıkartıldı. Ayrıca IPv4'te yer alan trafik işgal edici paket başlıkları kaldırılarak daha hızlı bir iletişim ortamı sunuldu. IPv6 yeni bir teknoloji olarak birçok avantaj sözü verdi; daha geniş adresleme alanı ve esnek adresleme şeması, daha etkili paket denetimi, yeni eklenen şifreleme sistemleriyle daha güvenli bir iletişim ortamı, mobility için daha iyi destek ve yönetim kolaylığı.

Ancak IPv6 protokolü ile birlikte birbirinden farklı IPv6 uygulamalarına sahip yeni aygıtlarda yerlerini almaya başladı. Birbirinden farklı IPv6 aygıtlarının birbiriyle çalışabilmesini garanti altına almak için uyum testleri gereklidir.

Uyum testi IPv6 uygulamalarının güvenilirliğini arttıran en önemli metottur ve diğer test yöntemleri ile karşılaştırıldığında test sonuçlarının

karşılaştırılabilir olması ve daha az maliyet gerektirmesi ile daha avantajlı olduğu görülür.

ISO/IEC 9646 uyum testleri için standart bir metodoloji ve çatı tanımlamıştır. Fakat IPv6 protokolü beraberinde getirdiği özellikleri ile TTCN'e dayanan uyum testlerinin yeterli olmadığını görülmektedir. IPv6'ya geçiş sürecinde uygulanacak uyum testlerinin bu doğrultuda seçilmesi önemlidir. Bu seçim benzer standartlardaki farklı uygulamaların beraber çalışabilme olasılıklarını arttıracaktır.

Kaynakça

- [1] Miller, M. A., "Internet Technologies Handbook", Wiley Interscience, 175-268, 2004.
- [2] Huang, H. and Ma, J., "IPv6 – Future Approval Networking", IEEE, 1734-1739, 2000.
- [3] Tian, J. and Li, Z., "The Next Generation Internet Protocol and Its Test", IEEE, 210-215, 2001.
- [4] Tian, Y. and Li, Z., "IPv6 Conformance Testing: Theory and Practice", IEEE, 719-727, 2004.
- [5] <http://portal.etsi.org/mbs/Testing/conformance/conformance.asp>
- [6] Hagwood, C. and Rosenthal, L., "Reliability of Conformance Testing", IEEE, 204-208, 2001.
- [7] ETSI TC-MTS, "Methods for Testing and Specification", 18-24, April 1995.
- [8] Zhang, Y. and Li, Z., "A New Formal Test Suite Specification Language For IPv Conformance Testing", IEEE, 174-177, 2004.
- [9] Robert, R. L. and Desjardins, M. M., "Improving Quality and Interoperability of Protocol Implementations via Conformance Testing standardization", IEEE, 1374-1381, 1990.
- [10] Zhang, Y. and Li, Z., "Test Framework for IPv6 Conformance Testing", IEEE, 810-813, 2004.