

ENUM - Elektronik NUMaralandırma (Electronic NUMbering)

ENUM, Internet Engineering Task Force'un (*IETF*), Telefon Numaraları Eşleme Grubunun¹ (*Telephone Number Mapping Working Group*) bir çalışmasıdır. Bu çalışma grubunun amacı DNS (Domain Name System) tabanlı bir mimari kullanılarak, bir telefon numarasının, bir URI (Uniform Resource Identifier, Tektip Kaynak Tanımlayıcı)'ye eşlenmesini sağlayarak, telefon numarası ile ilişkilendirilmiş ağ kaynağına erişimin olanaklı kılınmasıdır. ENUM, protokol olarak daha önce yayınlanmış olan RFC 2916'yı [1] geçersiz kılan RFC 3761'de [2], The E.164 to URI DDDS Application (ENUM), tanımlanmıştır. [3]

1. Mimari ve Uygulama

Protokol temel olarak, E.164 adreslerinin Internet üzerindeki diğer kaynak ve servislere karşılık gelen Tektip Kaynak Tanımlayıcılara çözümlenmesine yarayan işlevler sağlamaktadır. Tektip Kaynak Tanımlayıcıların, URI'lerin, yazım kuralları RFC 2396'da [4] tanımlanmıştır. ENUM protokolünde ayrıca, bir E.164 numarası aracılığı ile belirli bir ağ kaynağına erişmek için hizmetleri tanımlamak amacıyla RFC 2915'de [5] tanımlanan Adlandırma Yetki İşaretçileri (*Naming Authority Pointer, NAPTR*) kapsamlı bir şekilde kullanılmaktadır. ENUM'da kullanılan önemli başka bir RFC dökümanı da RFC 2168'dir (*Tektip Kaynak Tanımlayıcıların Alan Adı Sistemi kullanılarak çözümlenmesi*).

SIP kullanılan VoIP uygulamalarında, telefon numaralarına karşılık olarak SIP URI'leri kullanılır. SIP kullanılarak yapılan bir aramada yönlendirme için numara yerine URI kullanılır. Aşağıda SIP URI'lerine örnekler gösterilmektedir:

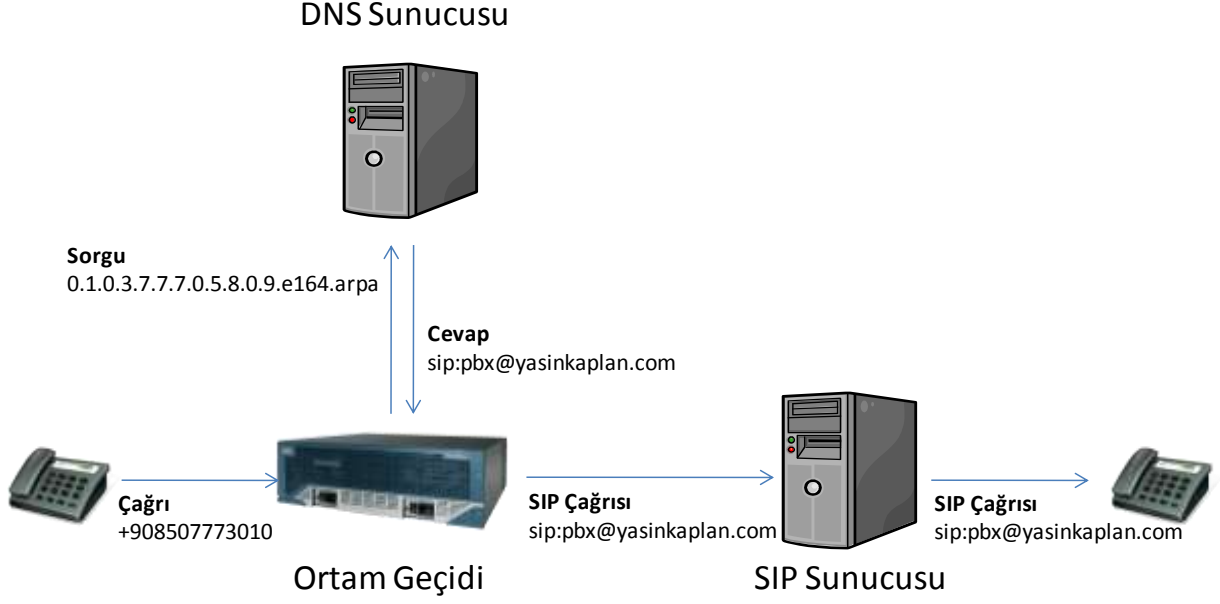
```
sip:908507773010@yasinkaplan.com  
sip:pbx@yasinkaplan.com
```

Yukarıdaki örneklerde "@" işaretinin sol tarafındaki bölüm URI'nin yerel bölümüdür. Bu bölüm genellikle sayısal bir değerdir zira birçok telefon ile yalnızca nümerik değerler tuşlanabilmektedir. Ancak SIP URI'lerinde bu bölümün sayısal olma zorunluluğu yoktur. Yazılım tabanlı bir SIP telefonundan yapılan bir çağrıda, yerel adreste alfanümerik karakterlerin yer aldığı SIP URI'leri girilebilir.

SIP protokolünün VoIP çağrılarının kurulması için kullanılan kurumsal bir ağda, çevrilen yerel numaraya kurumun etki alanı eki otomatik olarak eklenir (*Yukarıdaki örnekte yasinkaplan.com*). Ancak bağımsız iki kurumsal ağ arasında bir SIP çağrısı yapıldığında, hangi numaranın yerel ağda, hangisinin diğer ağda olduğunun belirlenmesi, karşı ağdaki bir uca çağrının hangi sunucu üzerinden ve hangi etki alanı ekiyle gönderileceğinin belirlenmesi için bir izin sunucusuna ihtiyaç duyulur. Bu izin sunucusu her ağ tarafından erişilebilen herhangi bir konumda bulunabilir. ENUM temel olarak bir izin sunucusu olarak işlev görür ve DNS'i kullanır.

ENUM kullanıldığı durumda, herhangi bir numara çevrildiğinde, SIP yazılımı DNS aracılığı ile çevrilen numaraya karşılık gelen bir SIP URI'si bulunup bulunmadığını kontrol edecektir. Eğer çevrilen numaraya karşılık gelen bir SIP URI'si bulunursa çağrı IP ağı üzerinden kurulacaktır. Eğer çevrilen numaraya karşılık gelen bir SIP URI'si bulunamazsa çağrı PSTN'e yönlendirilecektir.

¹ <http://datatracker.ietf.org/wg/enum/charter/>



Şekil 1. - Yeni nesil bir ağda ENUM ile çağrı kurulumu

ENUM, bir SIP uç biriminden diğer bir SIP uç birimine çağrıların E.164 adresleri ile yapılabilmesi için, telefon numaralarına karşılık gelen SIP adreslerini DNS'te tutar. Bu kurumsal seviyede olacağı gibi uluslar arası çağrılar için de uygulanabilir. Uluslararası E.164 adresleri küresel DNS sisteminde, e164.arpa etki alanında özel bir kayıt şekli kullanılarak bulundurulurlar. ENUM çözümlemesi için bir E.164 adresine gelen etki alanı ismini belirlemek için aşağıdaki prosedür uygulanır. Türkiye'de bir telefon numarasını ele alalım;

+90 850 777 30 10

Örnekteki E.164 adresi, ülke kodu (90), alan kodu (850)'dan sonra yedi haneli abone numarasından oluşmaktadır. Rakamlar dışında tüm karakterler adres dizisinden ayıklanır:

908507773010

Her rakam arasına bir nokta koyulur. Böylelikle her rakam alan adı düzeninde bir düğüm haline gelir:

9.0.8.5.0.7.7.7.3.0.1.0

Bir alan adı oluşturduğumuz ve alan adlarında da en özellik arzeden bölüm en solda yer aldığından, rakamların sırası terse çevrilir ve rakam dizisinin sonuna ".e164.arpa" eki eklenir ve elde edilen alan adı için DNS'te NAPTR türü bir sorgulama yapılır:

0.1.0.3.7.7.7.0.5.8.0.9.e164.arpa

2. Teknik Detaylar

ENUM ile ilgili kayıtlar DNS'te RFC 2915'te tanımlı NAPTR kayıtları olarak tutulurlar. Aşağıda bu tür bir kayıtlara örnekler bulunmaktadır;

```

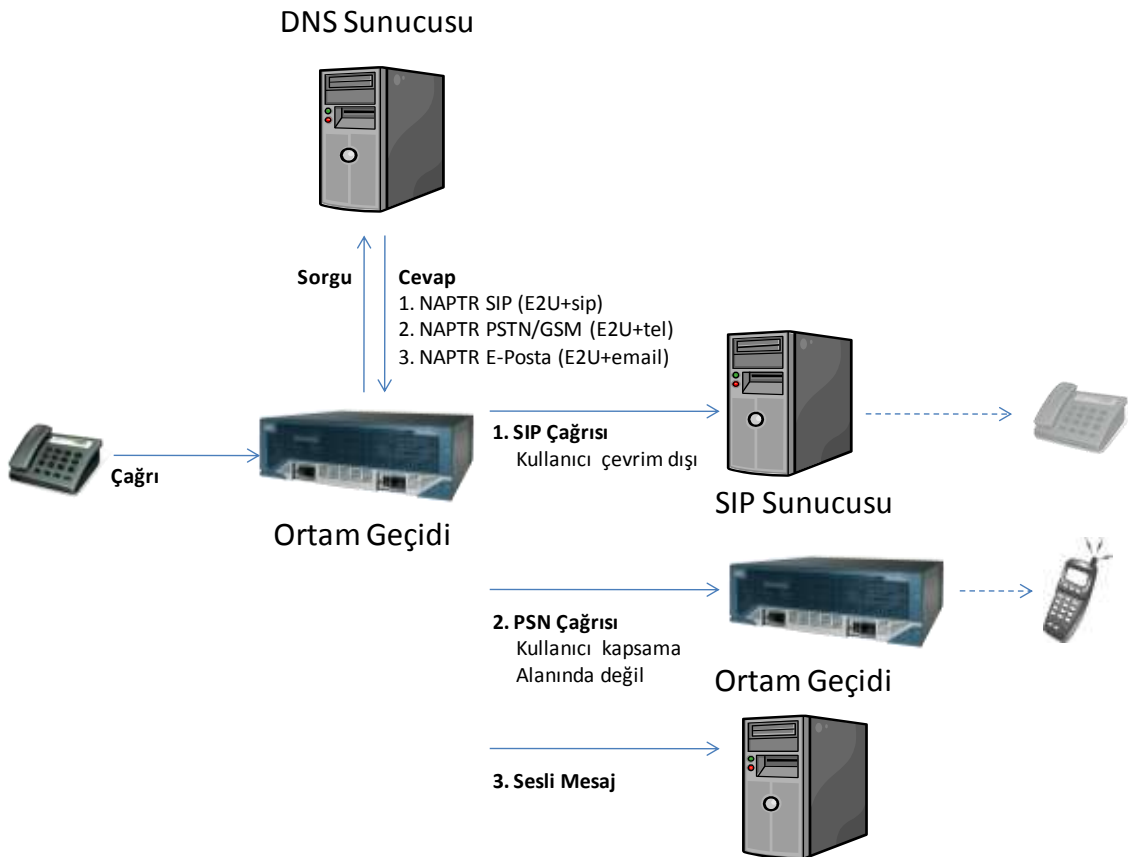
$ORIGIN 0.1.0.3.7.7.7.0.5.8.0.9.e164.arpa.
;          Sıra  Tercih  İşaret  Hizmet  Dönüşüm için regexp kuralı
IN NAPTR 100   10     "U"     "E2U+sip"  "!^.*$!sip:pbx@yasinkaplan.com!i" .
IN NAPTR 101   10     "U"     "E2U+email" "!^.*$!mailto:yasin@kaplan.net!i" .
    
```

Bu kayıttan NAPTR belirtecinden sonraki ilk saha sıra numarasını göstermektedir; bu saha ile birden fazla kaydın bulunduğu durumda ilgili kaydın hangi sırada değerlendirileceği belirlenir. Eğer birden fazla kayıt döndürülürse, bu aynı numaraya birden fazla servisin eşlenmiş olduğu anlamına gelecektir. Tercih değeri aynı hizmet için döndürülen kayıtlarda seçim üstünlüğünü belirler.

“U” işareti döndürülen değerlerin bir düzenli ifade (*Regular Expression*) dönüşümü sonucunda bir SIP URI’si olacağını belirtir. “E2U +sip” ifadesi uçbirime, servise SIP protokolü ile, E.164’ten bir URI’ye dönüştürülmüş adres ile ulaşılacağını bildirir. Dönüşüm kuralı olan “![^].*\$!sip:pbx@yasinkaplan.com!i” çevrilen numaraya uygulandığında elde edilecek SIP adresi sip:pbx@yasinkaplan.com olacaktır. Dönüşüm aşağıdaki şekilde belirtilir;

!Düzenli İfade (Regular Expression)!Dönüşüm Dizisi!

“Regular expression” POSIX standardında bir genişletilmiş düzenli ifadedir. Buradaki örnekte “![^].*\$”, sorgulanan karakter dizisinde (“[^]”) ile başlayıp (“\$”) ile biten tüm karakterlere (Örnekte “.*”), yani tüm karakter dizisine eşlemeyi sağlamaktadır.



Şekil 2. - Yeni nesil bir ağda ENUM ile çağrı aktarma

SIP çağrısını yapmak için kullanılacak adres, dönüşüm sonunda elde edilen karakter dizisi olacaktır (*sip:pbx@yasinkaplan.com*). Yukarıdaki örnekte sorgulamayı yapan uçbirime ayrıca bir de e-posta hesabı döndürülmektedir. Eğer çağrı, sıralamada ilk sırada olan SIP ucuna doğru kurulamazsa döndürülen e-posta hesabına bir sesli mesaj gönderilecektir.

ENUM birçok yazılım ve donanım tarafından desteklenmektedir. ENUM testleri için TekSIP² (*Windows için SIP Proxy ve Registrar*) ve Tekphone'u³ (*SIP Soft Phone*) deneyebilirsiniz. Deneme için Avusturya şebekesinde tanımlı +43-720-0101011 numarasını arayabilirsiniz. Diğer test numaraları için http://enum-test.at/index_en.html adresini ziyaret edebilirsiniz.

4. Güncel Durum ve Genel Değerlendirme

Internet Mimari Kurulu (Internet Architecture Board, IAB) ve ITU-T 2. Çalışma Grubu, ENUM protokolünün kullanılacağı hizmetlerle ilgili işletim, yönetim ve yetki konularında işbirliği için çalışmaktadır. Bu kapsamda yapılan çalışmalar E.164 numaralandırma planını yöneten ulusal otoritelerle koordineli gerçekleştirilmektedir. Şu ana kadar çoğunluğu Avrupa'da olmak üzere 50 kadar ülke ve bölgesel yönetime ENUM yönlendirmesi için yetki verilmiş durumdadır.⁴ ENUM fiili olarak İngiltere, Avusturya, Almanya, Fransa, İtalya, Finlandiya, Hollanda, İsveç, Norveç, Polonya, İrlanda, İzlanda, Yunanistan, Litvanya ve Japonya'da çalışır durumdadır. e164.arpa etki alanı (ENUM) için teknik koordinasyonu ve DNS yönetimini RIPE NCC yürütmektedir⁵. RIPE NCC ayrıca ENUM delegasyon başvurularının yapıldığı kurumdur. Türkiye'de henüz ulusal çapta bir çalışma başlatılmamıştır.

ENUM ilgili gizlilik ve DNS'ten kaynaklanan güvenlik sorunları halen tartışılmaktadır. Özellikle DNS'in Internet'e açık bir servis oluşu ve erişilebilirliği, ENUM'u SPAM için elverişli bir yapı haline getirmektedir. Teknik olarak çözümlenebilecek bu tür sorunlar için, uygulanabilir çözümlerin geliştirilmesi amacıyla, ilgili kurumlar arasında çalışmalar devam etmektedir.

3. Kaynaklar

1. E.164 number and DNS, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2916.txt>
2. The E.164 to Uniform Resource Identifiers (URI) Dynamic Delegation Discovery System (DDDS) Application (ENUM), <http://www.ietf.org/rfc/rfc3761.txt>
3. <http://www.itu.int/osg/spu/enum/>
4. Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2396.txt>
5. The Naming Authority Pointer (NAPTR) DNS Resource Record, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2915.txt>
6. Resolution of Uniform Resource Identifiers using the Domain Name System, <http://www.ietf.org/rfc/rfc2168.txt>
7. Approved ENUM Delegations, <http://www.itu.int/oth/T0208000001>
8. Global implementation of ENUM: a tutorial paper, http://www.itu.int/dms_pub/itu-t/oth/05/01/T050100000B0001MSWE.doc
9. Enumservice Registrations, <http://www.iana.org/assignments/enum-services>

² <http://www.teksip.com/>

³ <http://www.yasinkaplan.com/tekphone.asp>

⁴ <http://www.itu.int/oth/T0208000001>

⁵ <http://www.ripe.net/enum/>