KURUMSAL KAMPÜS AĞLARINDA OTOMATİK SANAL YEREL ALAN AĞ TASARIMLARI VE SERVİS KALİTESİ ANALİZLERİ

Pamukkale Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı

Meriç ÇETİN

Danışman: Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS

Haziran 2006

DENİZLİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Meriç ÇETİN tarafından Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS yönetiminde hazırlanan "**Kurumsal Kampüs Ağlarında Otomatik Sanal Yerel Alan Ağ Tasarımları ve Servis Kalitesi Analizleri**" başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı (Danışman)
Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS

Jüri Üyesi
Yard. Doç. Dr. A. Kadir YALDIR

Jüri Üyesi
Yard. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK

Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun
..../..../..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖL
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza:

Öğrenci Adı Soyadı: Meriç ÇETİN

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca bilimsel katkıları ile bana destek olup, eğitimim süresince yardımlarını esirgemeyen, tez danışmanım ve değerli hocam Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS'a, yoğun iş temposuna rağmen değerli vaktini tereddüt etmeden ayıran, bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım Pamukkale Üniversitesi Hastane'leri Bilgi İşlem Merkezi Ağ Yöneticisi Muhittin KARAMAN'a ve engin bilgilerinden faydalandığım Türker AKTEKİN'e çok teşekkürlerimi sunuyorum.

Değerli görüşlerini esirgemeyerek bilgi ve tecrübelerini bana aktaran Elektrik-Elektronik Müh. Bölüm Başkanım Prof. Dr. Mustafa TEMİZ, Bilgisayar Müh. Bölüm Başkanım Prof. Dr. Halil KUMSAR başta olmak üzere kıymetli hocalarım; Yard. Doç. Dr. A. Kadir YALDIR, Yard. Doç. Dr. Sezai TOKAT, Yard. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK ve Yard. Doç. Dr. Serdar İPLİKÇİ'ye çok teşekkür ederim. Ayrıca değerli mesai arkadaşlarım Şahin BAYZAN, Alper UĞUR, Evgin GÖÇERİ ve Seçil BOZBAY'a da destekleri ve dostlukları için çok çok teşekkür ediyorum.

Çalışmalarım sırasında gösterdiği sabır, anlayış, manevi destek ve bitmez sevgisi için sevgili eşim ve meslektaşım Engin ÇETİN'e, sonsuz sevgi ve şefkatleri ile beni yetiştirip bugünlere getiren değerli aileme ve ismini buraya yazamadığım herkese çok çok teşekkür ediyorum.

ÖZET

KURUMSAL KAMPÜS AĞLARINDA OTOMATİK SANAL YEREL ALAN AĞ TASARIMLARI VE SERVİS KALİTESİ ANALİZLERİ

Çetin, Meriç

Yüksek Lisans Tezi, Elektrik-Elektronik Mühendisliği ABD

Tez Yöneticisi: Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS

Haziran 2006, 105 Sayfa

Bu çalışmada; dağınık bir yerleşime sahip, kurumsal ağlar niteliğindeki Pamukkale Üniversitesi Hastane'lerinde karşılaşılan güvenlik problemlerinin çözümüne yönelik olarak Hastanenin kablolu ve kablosuz ağlarında otomatik VLAN yapılandırması ve Hastane ağına erişim yapacak tüm kullanıcıların kimlik doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesi yöntemine gidilmiştir. Bu kapsamda; kurumsal ağlardaki performans ve servis kalitesi gibi kriterlerin de önemine değinilmiştir. Bilgi sistemi uygulamalarının yaygınlaşması veri ve bilgi güvenliği açısından bazı problemleri beraberinde getirdiği gibi kişisel ve kurumsal bilgilerin gizlilik ve mahremiyeti açısından da sakınca oluşturmaktadır. Bu çalışmada ayrıca, hasta kayıtlarının tutulduğu ana sunucu ve uç bilgisayarların yetkilendirme dahilinde kullandırılması, gizlilik ve mahremiyete aykırı uygulamalara mahal verilmemesi bakımından gerekli tüm tedbirlerin alınması konularında da titizlikle çalışılmıştır. Önerilen çözüm yönteminin Hastane'nin belirli katlarında uygulamaya konulmasıyla sistemin otomatik olarak tek bir noktadan yönetilebilir hale getirilmesi, otomasyon sisteminin durmaksızın maksimum çalışabilirliği ve kullanılan donanım ve yazılım özelikleri ile birçok uygulamanın senkronize bir şekilde işlerliğini sürdürebilmesi yeteneği öngörülmüştür. Bu sayede ağ kaynaklarına erişimi kontrol etmek, ağa içeriden veya dışarıdan yapılması muhtemel saldırıları engellemek ve önemli bilgilere yalnızca izin verildiği ölçüde, izin verilen yetkili kullanıcıların erişimini sağlamak mümkün kılınmıştır.

Anahtar Kelimeler: Otomatik VLAN, Kimlik Doğrulama, IEEE 802.1x, RADIUS, Servis Kalitesi, Veri ve Ağ Güvenliği

Yard. Doç. Dr. A. Kadir YALDIR
Yard. Doç. Dr. Ahmet ÖZEK
Yard. Doç. Dr. Murat AYDOS

ABSTRACT

AUTO VLAN DESIGNS AND QoS ANALYSIS' IN ENTERPRISE CAMPUS NETWORKS

Çetin, Meriç

M. Sc. Thesis in Electrical&Electronics Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Murat AYDOS

June 2006, 105 Pages

In this thesis, new strategies and methods have been developed and designed to protect critical hospital data with high risk against the external and internal attacks. For this purpose, in order to overcome the security problems faced daily in Pamukkale University Hospitals, which are geographically separated in several locations, auto VLAN topologies were designed and user authentication and authorization methods were deployed for all users who have access to hospital network system. The new technological progress in Information System Applications brings not only the data security problems but also the threats to personal and enterprise data confidentiality. Therefore; in this thesis there are also some new solutions to protect the patient records, which are being kept in the main server of the hospital. The usage of end point terminals should also be monitored and administered in order to provide authorized use. Therefore; while developing the secure system topologies confidentiality and privacy issues have been kept in mind as primary concerns. After the implementation of the proposed secure network designs, it has been projected that the whole system should be administered from a central point, the automatic network should work uninterrupted and with maximum efficiency, and many applications should run in synchronized with the use of the system's hardware and software features. The main goal here is to control the access to the system resources, to prevent the attacks both from internal and external based, and to give permissions to authorized users so that only these users could gain access to the critical hospital data within the permissible boundaries.

Anahtar Kelimeler: Auto VLAN, Authentication, IEEE 802.1x, RADIUS, QoS, Data&Network Security

Asst. Prof. Dr. A. Kadir YALDIR
Asst. Prof. Dr. Ahmet ÖZEK
Asst. Prof. Dr. Murat AYDOS

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ŞEKİLLER DİZİNİ

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AAA	Authentication-Authorization-Accounting
CA	Certificate Authority
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DMZ	DeMilitarized Zone
EAP	Extensible Authentication Protocol
EAPoL	EAP over LAN
EAP-TLS	EAP-Transport Layer Security
EAP-TTLS	EAP-Tunnelled Transport Layer Security
EKG	Elektrokardiyogram
HIS	Hastane Bilgi Sistemi
IAS	Internet Authentication Service
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
LAN	Yerel Alan Ağı
LDAP	Basit Dizin Erişimi Protokolü
LIS	Laboratuar Bilgi Sistemi
MAC	Media Access Control
MAN	Metropol Alan Ağı
MD5	Message Digest Algorithm
MR	Manyetik Rezonans Görüntüleme
MS-CHAP v2	Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol version2
MS-CHAP	Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol
PDA	Personel Digital Assistant
PEAP	Protected Extensible Authentication Protocol
PKI	Public Key Infrastructure
PPP	Point to Point Protocol
QoS	Servis Kalitesi
RADIUS	Remote Authentication Dial-In User Service
RAS	Remote Access Server
RF-ID	Radio Frequency Identification
SID	Security Identity
SSID	Service Set Identifier
SSL	Secure Socket Layer
TKIP	Temporal Key Integrity Protocol
TLS	Transport Layer Security
UDP	User Datagram Protocol
VLAN	Sanal Yerel Alan Ağları
VPN	Sanal Özel Ağ
WEP	Wired Equivalent Privacy
WLAN	Kablosuz Yerel Alan Ağları
WPA	Wi-Fi Protected Access

1. GİRİŞ

İletişim araçlarının öneminin çok fazla arttığı günümüzde, bilgiye hızlı bir şekilde ulaşmak toplumların temel ihtiyaçları arasına girmiştir. Bu ihtiyaç doğrultusunda özellikle 1990'lardan sonra bilgisayar ağlarında çok önemli gelişmeler yaşanmıştır. Internet de, bu çalışmalar neticesinde ortaya çıkan ve yaygın olarak kullanılan bir bilgisayar ağıdır. Yaşanan hızlı teknolojik gelişmelerin ve internetin yaygınlaşmasının bir sonucu olarak bilgisayarlar, modern hayatın her alanına girmiş ve vazgeçilmez bir biçimde kullanılmaya başlanmıştır. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin yaygınlaşması, sadece etkin ve verimli kullanıma bağlı değildir. Aynı zamanda söz konusu teknolojilerde kullanılan tüm cihaz, donanım ve sistemlerde bilgi ve veri güvenliğinin tam olarak sağlanmasına da bağlıdır. Bu hızlı gelişim sürecinde, bilgi teknolojilerindeki bazı konular için standartların tam olgunlaştırılmadan kullanıma geçirilmesinden dolayı ağ yönetimi ve kontrolü güçleşmiş ve bilgisayar ağlarında birtakım güvenlik sorunları baş göstermiştir. Bu yüzden bilişim sistemlerinde bilginin gizliliği, özgünlüğü ve bütünlüğü gibi özelliklerin sağlanması büyük önem taşımaktadır.

İnternet üzerinden gerçekleştirilen iletişim süreçleri geliştikçe, güvenlik sistemlerine olan ihtiyaç giderek daha hayati bir önem kazanmaya başlamıştır. Bilgi ile bu bilgiyi işleyen ve saklayan bilgisayar sistemlerinin saldırılara karşı korunması yaşamsal önem taşımaktadır. Şirket ağlarında doğrudan maliyet ve ticari başarıya yönelik anlam taşıyan ağ sistemlerinin güvenliği, kurumsal ağlarda ulusal güvenlik boyutunda olumsuz etkilere neden olabilecek kritik bilgilerin korunması şeklinde kendini göstermektedir. Teknolojinin her getirdiği yenilik aynı zamanda bir zayıflık ve saldırı açığı olarak karşımıza çıkabilmektedir. Günümüzde bilişim sistemlerine ve bu sistemler tarafından işlenen verilere yönelik güvenlik ihlalleri inanılmaz bir hızla artmaktadır. Bilgisayar sistemlerine ve ağlarına yönelik saldırılar, para, zaman, prestij ve değerli bilgi kayıplarına neden olabilmektedir. Bu saldırıların hastane bilişim sistemleri gibi

doğrudan yaşamı etkileyen sistemlere yönelmesi durumunda ise kaybedilen insan hayatı bile olabilmektedir.

Yerel, geniş ve kablosuz alan ağlarını bünyesinde barındıran ağlar, "Kampüs Ağları" olarak adlandırılır. Pamukkale Üniversitesi (PAÜ) Hastane Ağları da kurumsal bir kampüs ağı niteliğinde olduğu için, çalışmada bu bilişim sistemlerinde karşılaşılan güvenlik problemleri ve saldırılarına yönelik olarak bir takım uygulamalar gerçekleştirilmiş ve bu uygulamalar neticesinde veri ve bilgilerin güvenliği tam anlamıyla sağlanarak bu tür güvenlik problemlerine bir çözüm getirilmiştir. Uygulamaya başlanmadan önce konunun hukuki ve kanuni boyutları araştırılmış, Sağlık Bakanlığı'nın mevzuatlarından ve genelgelerinden (Bkz. Ek-1) yararlanılarak hasta mahremiyeti ve hakları konusunda bilgi edinilmiştir.

Hukuki anlamda, sağlık mevzuatları gereği bireylerin sağlık ve kişisel bilgilerinin gizliliğine uyulması öngörülmektedir. Bu öngörü doğrultusunda söz konusu bilgilerde sıkı kimlik doğrulama, rol tabanlı erişim denetimi uygulanması ve kriptografik yöntemlerle mahremiyetin sağlanması şarttır. Sağlık mevzuatları gereği (Bkz. Ek-1) hasta ve doktorun kimlik ve klinik bilgilerinin güvenliğinin sağlanması, kurumun ekonomik kaybının önlenmesi ve saygınlığının korunması istenmektedir. Bu kapsamda bir hastane, hizmet alacak olan hastanın kimlik bilgisinden ve muayeneyi yapan ya da reçeteyi yazan doktorun kimlik ve yetkisinden emin olmayı beklemektedir. Hastane ağına dahil olan bu kullanıcıların karşılaşabileceği problemlerin çözümü için aşağıdaki önlemler alınmalıdır:

- Doktor ve hastadan emin olmak için elektronik ortamda kimlik doğrulama işlemi yapılmalıdır.
- Sağlık mevzuatları gereği hastanın mahremiyetine zarar vermemek için rol tabanlı erişim denetimi elektronik ortamda sağlanmalıdır.
- Yine aynı gerekçelerden dolayı hasta bilgileri elektronik ortamda gizli iletilmelidir.

1.1 Elektronik Sağlık Bilgilerinin Güvenliği

Temel işlerin yürütülmesi için bilgi hayati bir kaynaktır. Göreceli olmakla birlikte, sağlık sektörü bilgiye dayalı iş sahalarının en önemlisidir. Büyük bir hızla artan tıp bilgisi ve buna paralel olarak çoğalan ve gelişen ölçü ve görüntüleme yöntemleri, giderek otomatikleşen tıbbi test, analiz ve izleme cihazları, bireyler ve hastalar için toplanılan veri ve bilgileri de büyük bir hızla arttırmaktadır. Daha iyi sağlık hizmeti üretebilmek için gerekli bilgi ve verilerin toplanması, kullanılması, paylaşılabilmesi ve bilgi üretiminin standart yöntemlerle gerçekleştirilmesi, üretilen bilgiden en üst düzeyde yararlanmayı sağlar.

Hizmet türlerinin ve rollerinin çeşitliliği nedeniyle sağlık hizmeti sunan kurumlarda, hizmet üretiminin ve üretim yönetiminin planlanmasında ihtiyaç duyulan bilgiye erişim oldukça zor ve karmaşık bir süreç gerektirmektedir. Bu nedenle bilgi üretimi ve bilgiye erişim yöntemleri en baştan iyi bir şekilde tasarlanmalıdır. İdari ve mali kayıtların tutulması ve kullanılmasındaki başarılı uygulamaların tıbbi kayıtların tutulması ve kullanılması bakımından da eşdeğer bir başarı çizgisine ulaşması gerekmektedir. Ayrıca bilgi üretimi, ulusal ve uluslararası ölçekte veri ve bilgi paylaşımı, güvenilirlik ve tutarlılık, kaynak ve zaman tasarrufunun sağlanması gibi konular HIS'in (Hospital Information System-Hastane Bilgi Sistemi) temelini oluşturduğu için hastane ağlarının 7 gün 24 saat hizmet veren, sistemin istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilen bilgi sistemlerine sahip olmaları da büyük önem taşımaktadır (Ünüvar 2005a).

Hastanelerdeki hasta yoğunluğu beraberinde hizmet veren personel sayısı ve çeşitliliğini getirdiği gibi iş yoğunluğunun azaltılması için gerekli olan bilgisayar sayısını da artırmaktadır. Günlük olarak sayısı binlere ulaşan hastalar ile birlikte gerek hasta yakını ve hastane personeli gerekse taşınabilir bilgisayara sahip olma oranı %80'lere varan ilaç firması temsilcileri bir hastane ağının temel kullanıcılarını oluşturmaktadır. PAÜ Hastane Ağları, diğer tüm hastane ağlarında olduğu gibi bünyesinde hastalara ait gizli ya da özel bilgileri barındırmasının yanı sıra günlük olarak 100 binlerce YTL'yi bulan para akışını içeren mali bilgileri de bünyesinde barındırmaktadır. Yüksek risk oranına sahip bu verilerin hastane içinden veya dışından oluşabilecek saldırılara karşı korunması için bir hastane ağı kapsamında 7 gün 24 saat temelinde durmaksızın çalışan, yüksek güvenilirlik gerektiren ve sürekli bilgi akışının

devam ettiği bir otomasyon sistemine sahip olmak gerekmektedir. Bu teknoloji, stratejik bir önem taşıyan veri yedeklemesinin aktif cihazlar üzerinde yapılabilmesini ve doğabilecek sorunların alt bloklarda izole edilebilmesini sağlar. Bu bilgiler ışığında, verileri toplayan ve depolayan kurum ve kişilere büyük sorumluluklar düştüğü ortadadır. Buradaki sorumluluklar hem etik kurallarca, hem de yasalar tarafından kesin olarak belirlenmektedir (Ünüvar 2005b).

Bu çalışmada; veri ve bilgi güvenliğinin sağlanması amacıyla, PAÜ Hastane ağları için birer tehlike unsuru oluşturan bir takım güvenlik problemlerinin çözümüne yönelik olarak hastanenin hem kablolu hem de kablosuz ağlarında, otomatik VLAN (Virtual Local Area Network) yapılandırması ve hastane ağına erişim yapacak tüm kullanıcıların kimlik doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesi yöntemine gidilmiştir. Bununla birlikte, kurumsal kararlılık ve sorumluluk bilinci, altyapı yatırımları ve bilgi teknolojilerinde tecrübeli, iyi yetişmiş teknik personel gibi birçok unsurun bir araya getirilmesiyle de veri güvenliğinin sağlanması hedeflenmiştir.

Çalışmada kullanılan kimlik doğrulama yöntemi ile; ağ üzerindeki bilgilere kolay ulaşım, açık ve güvensiz bir ağ olan internete bağlantı, ağ dışındaki ortamlardan ağa yapılabilecek saldırılar, yerel ağda bulunan yetkisiz kişilerin dış ortama bilgi göndermesi, zararlı/zararsız izinsiz erişimlerin engellenmesi hedeflenmiş ve erişimin sadece yetkili kişilere verilmesi ile risk oranı yüksek verilere sadece yetkili kullanıcıların kendilerine tanınan erişim hakları ile erişmeleri sağlanmıştır. Otomatik VLAN yapılandırmasıyla; internetten de erişilebilen risk oranı yüksek verilerin doğruluğunun ve güvenilirliğinin sağlanması, bu bilgilerin kaybolmasının önlenmesi ve yetkilerine göre gruplandırılan organizasyonel birimlerde muhafaza edilmesi, hasar ve kayıplara karşı korunması (safety), aitliğinin saptanması (ownership), doğru kişilerin erişimine açılması (authorization) ve yetkisiz erişimlere engel olunup bu bilgilerin korunması (protection) sağlanmıştır (Anon. 2006).

Elektronik sağlık bilgilerinin mahremiyeti problemine yönelik olarak önerilen çözüm yönteminin yanında kablosuz ağ uygulamaları kapsamında; taşınabilir bilgisayarlara sahip hasta/hasta yakınları, hastane ziyaretçileri (ilaç firması temsilcileri vb.) ya da hastane çalışanlarının otomasyon sistemine zarar vermeksizin internete erişebilmeleri ve kliniklerde görev yapan sağlık personelinin muayene sırasında hastayla ilgili tüm

işlemlerini hasta başında kablosuz cihazlarla HIS sistemine erişerek gerçekleştirmeleri öngörülmüştür. Bununla birlikte uygulamada kullanılan Erişim Noktalarıyla (Access Point-AP), Sanal Yerel Alan Ağ (VLAN) desteğinin göz önüne alınması durumunda, istenilen kullanıcıların ya da mobil cihazların (Personel Digital Assistant-PDA) sadece internete erişmelerinden farklı olarak otomasyon sistemine de erişmeleri sağlanmış olacaktır.

1.2 Elektronik Sağlık Bilgilerinin Mahremiyet Problemi

Elektronik ortamlardaki bilgilerin geniş kitlelerin erişebileceği bir şekilde bulunması bu bilgilerin risk oranlarını çok daha fazla artmıştır. Yerel ve geniş alan ağlarını bünyesinde barındıran hastane ağlarında bilgi sistemi uygulamalarının yaygınlaşması veri ve bilgi güvenliği açısından bazı problemleri beraberinde getirmektedir. Bu ağlardaki veri ve bilgi taleplerinin her geçen gün artması gerek kişisel bilgilerin gerekse kurumsal bilgilerin gizlilik ve mahremiyeti açısından sakınca oluşturmaktadır. Özellikle hasta ve hastalık kayıtlarının gizlilik ve mahremiyeti önem arz etmektedir (Ünüvar 2005b). Burada sadece teknik tehlikeler değil hukuki sorunlar, kültürel ve etik unsurlar da söz konusudur. Güvenliğin önemli bir bileşeni de; medikal kayıtta kimin hangi bilgilere ulaşacağına ilişkin yetkilendirmelerdir (Anon. 1998). Bu yüzden verilerin korunması ve bu verilere erişimde farklı kişilerin farklı erişim haklarına ve gerekliliklerine sahip olması önem arz etmektedir.

"Sağlık kayıtlarının güvenliği" ve "kişisel sağlık kayıtlarının mahremiyeti" konularının birbirinden bağımsız konular olmasının yanında hangi koşulda olursa olsun bu sağlık kayıtlarının güvenlik kriterlerine uygun olarak toplanması ve depolanması gerekmektedir. Bu koşullar sağlandıktan sonra söz konusu verilere kimlerin hangi erişim haklarıyla ve hangi seviyelerde erişeceği belirlenmelidir. Bu noktadan sonra kişisel sağlık kayıtlarının mahremiyeti konusu başlar ve erişim seviyeleri mahremiyetin sınırlarını belirler. Dolayısıyla bireyleri tanımlayan kişisel sağlık kayıtlarını barındıran veri alanlarına erişimin kısıtlanmış, yetkilerin de seviyelendirilmiş olması gerekir.

Bu çalışmanın kapsamında yer alan hasta ve hastalık kayıtlarının gizlilik ve mahremiyeti konusunun hassasiyetine paralel olarak; hiçbir kurum ya da kişiye hastanın

kimlik bilgilerine ulaşmayı mümkün kılacak veri kümesi ve/veya bilginin verilmemesi, bilgi işlem personelinin bu konuda bilgilendirilmesi, hasta kayıtlarının tutulduğu ana sunucu ve uç bilgisayarların yetkilendirme dahilinde kullandırılması, gizlilik ve mahremiyete aykırı uygulamalara mahal verilmemesi bakımından gerekli tüm tedbirlerin alınması konularının üzerinde titizlikle çalışılmalıdır. Tanı ve tedavi alanında tıp teknolojilerindeki ilerlemeler ve bunun paralelinde elektronik sağlık kayıtlarının gizliliği ve güvenliğinin sağlanmasına yönelik gerekli yasal ve teknolojik tedbirlerin alınması sağlanmalıdır (WEB_1 2006, WEB_2 2006).

Hastane ağ sistemlerinde, bilgi güvenliği ve gizliliğinin sağlanmasının yanında yük dağılımı, bilgi kaynaklarının gelişmesi ve genişlemesi, iş akışının desteklenmesi gibi hizmetlerle birlikte servis kalitesinin (Quality of Service-QoS) sürekliliği konuları da önemlidir. Güvenlik ve doğrulama mekanizmaları için servis kalitesi önemli bir gereksinimdir. Çoklu ortamlı bilgi içeren sağlık kayıtlarının zamanında iletilmesi, uygulamaya uygun bant genişlikleri ve iletişim hızlarının sağlanmasını gerektirmektedir. Yapılan çalışma ile, Hastane ağ sistemleri altyapısında gerçekleştirilen servis kalitesi uygulamaları sayesinde öncelik (priority) yönetimi ve bu önceliğe uygun hız gereksinimleri de sağlanmış olacaktır.

2. İNTERNET KİMLİK DOĞRULAMA TEKNOLOJİLERİ

2.1 Bilgi Güvenliği

Ağ üzerinden sunulan hizmetlerin sayısı ve çeşitliliği ile her türlü hizmetin herhangi bir anda ve herhangi bir yerdeki kullanıcılara ulaştırılabilmesi hedeflenmektedir. Bu hizmetlerdeki çeşitliliğin beraberinde getirdiği karmaşıklık, günlük yaşamın her alanında kendini göstermektedir. Kritik sayılabilecek bilgilerin dağıtık sistemler aracılığıyla idare ediliyor olması, bu sistemlerin erişilebilirliğini ve doğruluğunu son derece önemli kılmaktadır (Dayıoğlu ve Özgit 2001). Dağıtık sistemlerin karmaşıklığı arttıkça bu sistemlerin doğruluğunu denetlemek ve sistemlerin kesintisiz işlerliğini sağlamak daha da güçleşmektedir. Sistemler ve bu sistemler tarafından işlenen bilgilerin güvenliği de göz önünde bulundurulduğunda, karmaşıklığın daha da artması kaçınılmazdır.

Bilişim sistemlerine olan bağımlılığın artması, bu sistemlerin ve bu sistemler üzerinden işlenen, üretilen, saklanan ve iletilen bilginin güvenliğinin önemini de artırmaktadır. Bilgisayar ağları arasında güvenli bir şekilde iletilen ve paylaşılan bilgi, işlemlerin elektronik ortamda güvenle yapılabilmesi ve yaygınlaşabilmesi açısından kritik önem taşımaktadır. Bu yüzden bilgi sistemleri, internete bağlı olmanın getirdiği güvenlik risklerine karşı koruma sağlayacak şekilde tasarlanmalı ve yapılandırılmalıdır. Tüm dünyada kabul gören yaygın bir yaklaşımla, bilgi güvenliğinin sağlanması için aşağıdaki maddelerde açıklanan üç temel unsurun ihtiyaçlara göre uygun kombinasyonun oluşturulması gerekir.

- Gizlilik: Bilgiye, sadece o bilgiye erişmeye yetkili kişiler tarafından erişilebilinmesidir.

- Bütünlük: Bilginin yetkisiz kişilerce yapılabilecek değiştirilme, silinme, ekleme gibi tahribatlara karşı korunmasıdır.
- Erişilebilirlik: Bilginin gerektiğinde yetkili kullanıcıların erişimine hazır durumda bulundurulmasıdır.

Bunlara ek olarak aşağıdaki güvenlik mekanizmaları da bilgi güvenliğinin sağlanması için zorunludur.

- Kimlik tanımlama: Kişilerin kimliklerini sisteme tanıttıkları temel basamaktır. Bu basamak kimlik doğrulama ve erişim kontrolü için gerekli olan ilk adımdır.
- Kimlik doğrulama: Sisteme giriş yapan kişinin iddia ettiği kimliğin gerçekte sahip olduğu kimlik olup olmadığını garantiye alan mekanizmadır.
- Kayıt edilebilirlik: Kimlik doğrulaması yapılan bir kişinin faaliyetlerinin izlenmesi ve tespit edilebilmesi kabiliyetidir.
- Yetkilendirme: Kullanıcıların sistem kaynaklarına erişiminin denetlenmesi, doğru kullanıcıların, doğru kaynaklara, doğru zamanda erişiminin sağlanmasıdır.
- Mahremiyet: Bir sistemde çalışan bir kişiye ait bilgilere başkaları tarafından erişilememesidir.
- İnkar edemezlik: Kullanıcının sistem üzerinde yapmış olduğu işlemleri inkar edememesinin sağlanmasıdır.

2.2 Güvenlik Gereksinimi

Ağ yapıları üzerindeki yükler yeni uygulamalarla her geçen gün artmaktadır. Bilgilere her lokasyondan ve gerektiğinde ulaşım, standart veri iletimi yanı sıra ses ve görüntü iletimi için aynı hatlardan yararlanma gibi konular performanslı, genişleyebilir, kolay yönetilebilir ve güvenilir ağ altyapılarını gerektirmektedir. Çok fazla kullanıcıya sahip bilgisayar sistemlerin artmasıyla birlikte var olan güvenlik problemi, özellikle açık ağlar üzerinden erişilen ve karmaşık uygulamaların sorunsuz çalışabilmesi için gerekli olan bir unsur haline gelmiştir (Stalling 2001).

Güvenliğin bileşenleri olarak sayılan; Kimlik Doğrulama (Authentication), Yetkilendirme (Authorization) ve Hesap Oluşturma (Accounting) birbirinden ayrılmaz

parçalar olarak birlikte ele alınır. Ağ güvenliği de kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma yani "AAA" olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilir. Bilgisayar sistemleri için bu işlemlerin her biri ayrı ayrı tanımlanır. Ağ topolojisinde yer alan bir kullanıcının kaynak erişimini kademeli olarak kontrol eden AAA modelinde önce kullanıcıyı tanıma, ardından erişebilecekleri kaynaklar için yetkilendirme ve son olarak erişilen kaynaklar için denetleme aşamasından bahsedilebilir. Bu işlemler genellikle kullanıcının username (kullanıcı ismi) ve password (şifre) bilgileri ile gerçekleştirilir (Çetin ve Aydos 2005). Bunun yanında akıllı kart, parmak izi ve retina gibi biometrik yöntemlerin kullanıldığı uygulamalar da vardır.

2.2.1 Kimlik doğrulama (authentication) işlemi

Kimlik Doğrulama işlemi sırasında, kimlik doğrulama sunucusunda depolanan username/password çiftlerinin bir listesine karşılık sisteme erişmek isteyen kullanıcı tarafından sunucuya sağlanan username/password çiftini karşılaştırma işlemi gerçekleştirilir. Bu bilgilerin sistemde varlığı ve doğruluğu onaylandıktan sonra sisteme giriş için izin verilir. Sisteme kimlerin erişmesi gerektiği sorusuna cevap verildikten sonra bu kullanıcılar dışında erişimin olmaması için gerekli düzenlemeler yapılır. Ayrıca erişimi olan kullanıcıların da şifrelerinin gerektiği kadar güvenli olduğuna emin olmak için bir şifre politikası izlenmeli ve kullanıcılar buna uymaya zorlanmalıdır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir nokta ise, kimlik doğrulama işlemi yapılırken kullanılan ortamın güvenli olup olmadığıdır. Eğer sunucu ile kullanıcı arasındaki haberleşme üçüncü bir kişi tarafından da izleniyorsa ve yapılan haberleşme şifreli değilse kullanıcı bilgileri çok rahatlıkla çalınabilir.

2.2.2 Yetkilendirme (authorization) işlemi

Yetkilendirme işlemi, bilgileri önceden doğrulanan kullanıcının sistem içindeki yetkilerinin ne olduğunun belirtilmesidir. Kullanıcılar gruplandırıldığında bu yetkilendirme daha kolay bir şekilde yapılabilir. Her grubun yetkileri belirlenip daha sonra bu yetkilere sahip olması istenen kullanıcılar bu gruplara eklenebilir. Burada göz önünde bulundurulması gereken nokta, kullanıcıların üyesi bulundukları grupların tüm haklarına sahip olmasıdır. Yani iki gruba üye bir kullanıcı, iki grubun haklarının birleşim kümesi olan haklara sahip demektir. Hiçbir kullanıcıya sahip olması

gerekenden daha fazla yetki verilmezse istenmeyen durumlardan büyük ölçüde kurtulunmuş olunur. Yetkilendirme işlemi ile bir username/password çiftine özgü verilen özel izinler listesi sağlanır. Aslında yetkilendirme ile kimlik doğrulama işlemi birleştirilebilir. Yetkilendirme, sisteme kendini kimliği ile tanıtmış ve kimlik doğrulaması yapılmış (yani belirttiği kimliğe sahip olan kişi olduğunu ispatlamış) kullanıcılara, sistem kaynaklarına erişim izni verilmesidir. Kullanıcı, kimlik doğrulaması yapıldıktan sonra ağ üzerindeki bir kaynaktaki bir dosyaya erişmek istediğinde, öncelikle bu kullanıcının bu kaynağa erişim yetkisi olup olmadığı sınanır. Eğer yetkisi varsa, kaynağa erişmesine izin verilir. Yani bir kullanıcı, kimlik doğrulaması yapıldıktan sonra tüm kaynaklara erişme yetkisine sahip olmaz. Erişim yetkisi, kendisine verilen yetki düzeyi ile sınırlıdır.

2.2.3 Hesap oluşturma (accounting) işlemi

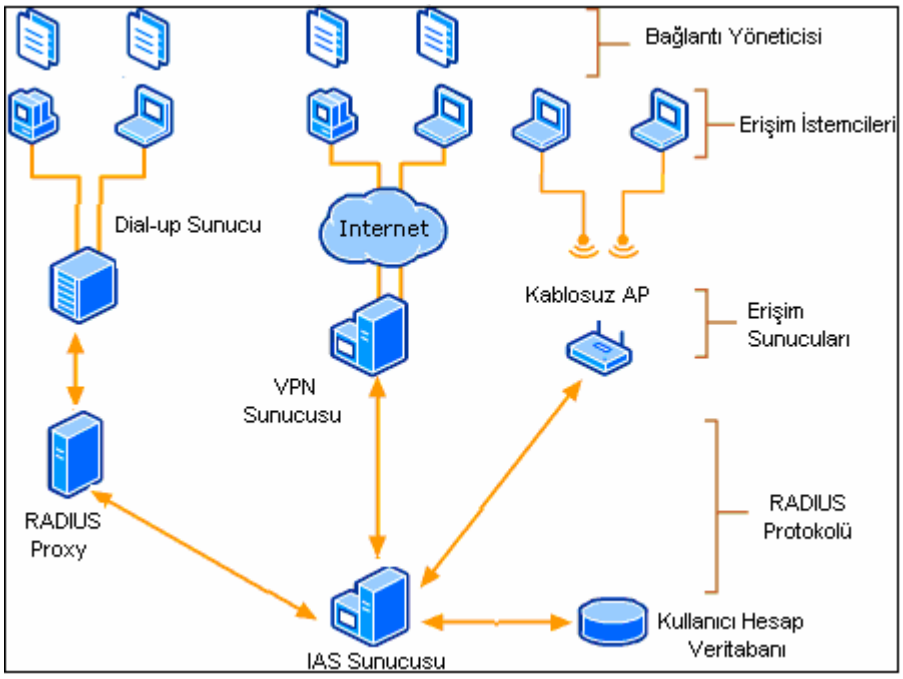
Hesap oluşturma işlemi ise; kullanıcı aktivitelerinin izlenmesi gerektiğinde veya bir sorun çıktığında sorunun nereden çıktığının anlaşılması için gerekli bilgiyi sunar. Bu işlem sırasında tüm kullanıcıların erişim saatleri, erişim türü ve yaptıkları işlemlerle ilgili kayıtlar günlük olarak tutulduğu için sorun çıktıktan sonra eğer zarar görmediyse kayıtlar olayın nasıl geliştiğini açıklayabilir. Hesap oluşturma fonksiyonu genellikle kimlik doğrulama ve yetkilendirme fonksiyonundan sonra devreye girer, ancak bu iki fonksiyonla herhangi bir bağı yoktur.

2.3 Ağ Erişim Teknolojileri

Ağ erişimi, her bir bilgisayar sisteminin ağ altyapısı için kritik bir bileşendir. Ağ erişim teknolojileri, bir bilgisayarın daha önceden belirlenmiş politikalara uyumluluğunun onaylanması esasına dayanarak, ağ yöneticilerinin ağ erişimini izlemelerini ve kontrol etmelerini sağlar. Kablosuz yerel alan ağlarına (WLAN-Wireless Local Area Network) ve internet üzerinden intranetlere, uzaktan güvenli erişim, kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma gibi merkezileştirilmiş ağ bağlantısı sağlayan servisler, istemciye (client) dayanan güvenli ağ erişiminin yönetiminde destek sağlamaya yarayan bileşenler ve servisler için çok amaçlı bir ağ erişim çözümü kullanabilir.

Genel olarak bilinen ve bu tez çalışmasında da Internet Kimlik Doğrulama Hizmetinin (IAS-Internet Authentication Service) kullanılacağı ağ erişim teknoloji bileşenleri şu şekilde başlıklandırılabilir:

- 802.11 kablosuz uygulamaları
- Sanal Özel Ağlar-(VPN-Virtual Private Networks)
- Internet Kimlik Doğrulama Hizmeti
- Bağlantı yöneticisi



Şekil 2.1 Ağ erişim teknolojileri mimarisi

Şekil 2.1'de ağ erişim teknolojisinin altyapı bileşenleri görülmektedir. Buradaki bağlantı yöneticisi istemcinin uzak erişim bağlantısını, dial-up (çevirmeli) veya VPN tabanlı uzak erişim sunucularına bağlar. Uzak erişim sunucuları RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) istemcileri gibi davranır ve kimlik doğrulama ile yetkilendirme için bir IAS sunucusuna erişim taleplerini gönderir. Benzer şekilde kablosuz erişim noktasından erişen 802.11 kablosuz istemci talepleri bir IAS sunucusuna gönderilir. IAS sunucusu erişim isteklerini alıp işler ve erişim istemci kimlik bilgilerini doğrulamak için bir kullanıcı hesap veri tabanını sorgular.

Bundan sonra incelenecek olan başlık kapsamında bir ağ erişim teknolojisi olan IAS yani Internet Kimlik Doğrulama Hizmetinden bahsedilecektir.

2.4 Internet Kimlik Doğrulama Hizmeti (IAS)

IAS; IETF (Internet Engineering Task Force-Internet Mühendislik Görev Grubu) tarafından tanımlanan RADIUS standardının bir Microsoft uygulamasıdır (Rigney 1997, Rigney vd. 1997). IAS bir RADIUS sunucusu olarak, kablolu/kablosuz, kimlik doğrulama anahtarı, dial-up/VPN ve yönlendiriciden yönlendiriciye bağlantılar gibi birçok ağ erişim türü için merkezileştirilmiş kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemlerini gerçekleştirir. Bir RADIUS Proxy'si olarak da, kimlik doğrulama ve hesap oluşturma iletilerini diğer RADIUS sunucularına iletir. Ayrıca IAS, RFC 2865 ve RFC 2866'da açıklanan RADIUS'a ilişkin IETF standartlarını da destekler. IAS sunucusu Active Directory etki alanının bir üyesi olduğunda IAS, kullanıcı hesabı veritabanı olarak dizin hizmetini kullanır ve çoklu oturum açma çözümünün bir parçası olur. Bu durumda ağ erişim denetimi (kimlik doğrulama ve ağa erişim için yetkilendirme) ve Active Directory etki alanında oturum açma için aynı kimlik bilgileri kullanılır. Kuruluşlar IAS ile kullanıcı kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma üzerindeki denetimini koruyarak, uzaktan erişim altyapısı için bir servis sağlayıcısından dış kaynak sağlayabilirler (Microsoft 2000).

Ağ erişimini sağlayan ISS'ler (Internet Servis Sağlayıcısı) ve kuruluşlar, kullanılan ağ erişim donanımının türünden bağımsız olarak, her tür ağ erişimini tek bir yönetim noktasından yönetme konusunda artan bir güçlükle karşılaşmaktadırlar. RADIUS standardı, türdeş ve türdeş olmayan ortamlarda bu işlevi destekler. RADIUS, kimlik doğrulama ve hesap oluşturma isteklerini bir RADIUS sunucusuna göndermek için ağ erişim donanımını etkinleştiren bir istemci/sunucu protokolüdür. RADIUS sunucusunun kullanıcı hesap bilgilerine erişimi vardır ve ağ erişimi kimlik doğrulama bilgilerini denetleyebilir. Kullanıcının kimlik bilgileri doğruysa ve bağlantı girişimine yetki verilirse, RADIUS sunucusu belirlenen koşullara göre kullanıcının erişimine yetki verir ve bir hesap oluşturma günlüğünde, ağ erişimi bağlantısının günlüğünü tutar. RADIUS'un kullanımı, ağ erişimi kullanıcı kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap

oluşturma verilerinin toplanmasına ve her erişim sunucusu yerine merkezi bir konumda tutulmasına olanak verir.

2.4.1 IAS'in desteklediği özellikler

IAS, aşağıdaki özellikleri destekler:

1. Çeşitli kimlik doğrulama yöntemleri: Kimlik doğrulama gereksinimlerini karşılayan özel yöntemler eklenmesine olanak vererek çok sayıda kimlik doğrulama protokolünü destekler.
2. Çeşitli yetkilendirme yöntemleri: Yetkilendirme gereksinimlerini karşılayan özel yöntemler eklenmesine olanak vererek çok sayıda yetkilendirme yöntemini destekler.
3. Türdeş olmayan erişim sunucuları: IAS, RFC 2865 ve 2866'yı destekleyen erişim sunucularına ek olarak şunları da destekler:
    - Kablosuz erişim noktaları
    - Anahtarların kimliğini doğrulama
    - Yönlendirme ve Uzaktan Erişim Hizmeti ile tümleştirme
    - RADIUS Proxy'si
    - Dış kaynaklı dial-up erişim ve kablosuz ağ erişimi
4. Merkezi kullanıcı kimliği doğrulama ve yetkilendirme: Bir bağlantı isteğinin kimliğini doğrulamak için, Active Directory etki alanındaki kullanıcı hesaplarına göre, bağlantı kimlik bilgilerini doğrular. Bir bağlantı isteğini yetkilendirmek için kullanıcı hesabının, bağlantı kimlik bilgilerini ve uzaktan erişim ilkelerine karşılık gelen *dial-in* (içeri arama) özelliklerini kullanır. Uzaktan erişim ilkeleri, uzaktan erişim iznini yönetmek için daha güçlü ve esnek bir yöntem sağlar. Aşağıdakileri içeren çeşitli koşullara göre, ağ erişimi yetkilendirilebilir:
    - Bir gruptaki kullanıcı hesabı üyeliği.
    - Haftanın günü veya günün saati.
    - Kullanıcının, üzerinden bağlantı kurduğu ortamın türü (örneğin, kablosuz ortam, ethernet anahtarı, modem veya VPN).
    - Kullanıcının aradığı telefon numarası.
    - İsteğin geldiği erişim sunucusu.

5. Tüm erişim sunucuları için merkezi yönetim: RADIUS uygulayan her erişim sunucusu için bağlantı parametrelerinin denetlemesine olanak verir.
6. Merkezi denetim ve kullanım hesapları: Tüm erişim sunucularının gönderdiği kullanım (hesap) kayıtlarının merkezi bir konumda toplamasına olanak verir. IAS, denetim bilgilerini (örneğin, kimlik doğrulama kabulleri ve redleri) ve kullanım bilgilerini (örneğin, bağlantı ve bağlantı kesilmesi kayıtlarını) günlük dosyalarında depolar. Veriler daha sonra standart bir veri çözümleme uygulaması ile çözümlenir.
7. Ek bileşen tabanlı yönetim aracı: Ek bileşen adı verilen bir yönetim aracı sağlar.
8. Yerel veya uzaktan izleme: Olay görüntüleyicisi, sistem monitörü ve basit ağ yönetimi protokolü dahil olmak üzere IAS, yerel olarak veya uzak bilgisayardan izlenebilir. Ayrıntılı trafik çözümlemesi ve sorun giderme için RADIUS iletilerini yakalamak üzere ağ izleyicisi de kullanılabilir.
9. Ölçeklendirilebilirlik: IAS küçük ağlar için bağımsız sunuculardan, büyük kuruluş ve ISS ağlarına kadar değişen boyutlarda çeşitli ağ yapılandırmalarında kullanılabilir.
10. Birden çok IAS sunucusu için destek: Birden çok IAS sunucusunun yapılandırmasının eşitlenmesi, *netsh* komut satırı aracılığı ile gerçekleştirilebilir.

2.5 RADIUS Protokolü

Sistem güvenliğinin temeli; kullanıcıların kimliklerinin doğru belirlenmesi ve yetkilendirilmesi işlemine dayanır. Eğer sistemdeki bir kullanıcının kimliği belirlenemiyorsa kişilerin yaptıklarından sorumlu olması mümkün olamayacağından büyük bir karmaşa yaşanır. Bu karmaşayı önlemek için kullanılan teknolojilerden biri olan RADIUS (Uzaktan Kimlik Doğrulama Araması Kullanıcı Hizmeti); RFC 2865 (Rigney 2000) "RADIUS" ve RFC 2866 (Rigney 2000) "RADIUS Hesap Oluşturma" bölümünde açıklanmış olan endüstri standardı bir protokoldür. RADIUS; 3Com, Assend, Cisco gibi ağ teknolojisi sağlayan firmalar tarafından kullanılmıştır ve pek çok uzak erişim aygıtı RADIUS ile birlikte çalışacak şekilde tasarlanmıştır. Bu protokol merkezi kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma (AAA) hizmetlerini sağlamak için kullanılır.

Bir RADIUS istemcisi (genellikle bir dial-up sunucu, VPN sunucusu veya kablosuz erişim noktası), kullanıcı kimlik ve bağlantı parametresi bilgilerini bir RADIUS sunucusuna RADIUS iletisi şeklinde gönderir. RADIUS sunucusu, RADIUS istemci isteğinin kimliğini doğrular, yetkilendirir ve bir RADIUS ileti yanıtı gönderir. Kimlik doğrulama işlemi esnasında kullanıcıların kişisel bilgileri, kimlik doğrulama işlemini yapacak RADIUS sunucusu üzerindeki veri tabanında saklanır. Bu işlem kullanıcıların kimlik bilgilerinin doğruluğundan emin olmak için yapılır. Veri tabanında bulunan kullanıcı bilgileri çeşitli şifreleme metotlarıyla şifrelenir. Ancak bu işlem sunucu üzerinde saklanan bilgilerin tam anlamıyla güvende olduğunu göstermez. Güvenliğin sağlanması için kullanıcı şifrelerinin karmaşık olması ve belirli sürelerde değiştirilmesi ağ güvenliği açısından büyük önem taşır. RADIUS sunucusu üzerinde kullanılan bu teknoloji sayesinde ağ içindeki farklı veri kaynaklarına erişme hakkına sahip kullanıcıların yetkileri tek bir noktadan belirlenebilmekte ve yönetilebilmektedir. Böylelikle, dağıtık yapıdaki kullanıcıların yönetimi kolaylaştırılmaktadır. Bunun yanında RADIUS istemcileri, RADIUS sunucularına RADIUS hesap oluşturma iletileri de gönderir (Çetin ve Aydos 2005).

RADIUS iletileri, UDP (Kullanıcı Datagram Protokolü) iletileri olarak gönderilir. RADIUS, kimlik doğrulama iletileri için 1812 numaralı UDP bağlantı noktasını, hesap oluşturma iletileri için ise 1813 numaralı UDP bağlantı noktasını kullanır. Bazı ağ erişim sunucuları, RADIUS kimlik doğrulama iletileri için 1645 numaralı UDP bağlantı noktasını, RADIUS hesap oluşturma iletileri için ise 1646 numaralı UDP bağlantı noktasını kullanabilir. Varsayılan olarak, IAS her iki UDP bağlantı noktasına ayarlanmış olan RADIUS iletilerinin alınmasını destekler. Bir RADIUS paketinin UDP bilgilerine yalnızca tek bir RADIUS iletisi eklenir. Aşağıdaki şekil bir RADIUS paketinin genel yapısını göstermektedir.

Şekil 2.2 Bir RADIUS paketinin genel yapısı

Bu alanları daha kapsamlı bir şekilde inceleyecek olursak;

- Kod (Code) Alanı: 1 byte uzunluğunda olup RADIUS paket tipini içerir. Geçersiz bir Kod alanına sahip bir paket kullanılamaz, atılır.
- Tanıtıcı (Identifier) Alan: 1 byte uzunluğundadır ve bir istek ile ona karşı olan cevabı eşleştirmede kullanılır.
- Uzunluk (Length) Alanı: 2 octet (sekizli) uzunluğundadır ve RADIUS mesajının tüm uzunluğunu yani Kod, Tanıtıcı, Uzunluk, Kimlik Doğrulama ve RADIUS Öznitelik alanlarını içerir. İdeal paket uzunluğu 20 byte'dan 4096 byte'a kadar değişir.
- Kimlik Doğrulama (Authenticator) Alanı: 16 octet uzunluğundadır ve RADIUS istemci ve sunucusunun her ikisinin de kimlik doğrulamada kullandığı bilgiyi içerir. Bu bir Request (İstek) veya bir Response (Cevap) simgeler.
- Öznitelik (Attribute) Alanı: RADIUS paketinin öznitelikler kısmı, RADIUS paketleri için yapılandırma ayrıntılarını, yetkilendirmeyi ve belirli kimlik doğrulama bilgilerini taşıyan bir ya da daha fazla RADIUS özelliği içerir.

2.5.1 RADIUS sunucu işlemleri ve ileti türleri

RFC 2865 ve 2866, istemci ve sunucu arasında meydana gelen aşağıdaki RADIUS ileti türlerini tanımlar (Rigney 2000, Rigney vd. 2000):

- Erişim İsteği (Access Request): RADIUS istemcisi tarafından bir bağlantı girişimi için istek, kimlik doğrulaması ve yetkilendirme amacıyla gönderilir. Bir kullanıcının özel bir ağ erişim sunucusuna ve diğer herhangi bir özel servise erişimine izin verilip verilmediğini belirler.
- Erişim Onayı (Access Accept): Tüm şartlar yerine getirildiğinde bir "Erişim İsteği" iletisine yanıt olarak RADIUS sunucusu tarafından gönderilir. Bu ileti RADIUS istemcisine bağlantı girişiminin kimlik doğrulamasının yapıldığını ve yetkilendirildiğini bildirir ve kullanıcı için yapılandırma değerlerinin listesini içerir.
- Erişim Reddi (Access Reject): Herhangi bir şart yerine getirilmediğinde bir "Erişim İsteği" iletisine yanıt olarak RADIUS sunucusu tarafından gönderilir. Bu ileti RADIUS istemcisine bağlantı girişiminin reddedildiğini bildirir. Kimlik

bilgileri özgün değilse veya bağlantı girişimi yetkilendirilmezse, RADIUS sunucusu bu iletiyi gönderir.

- Erişim İtirazı (Access Challenge): Bir "Erişim İsteği" iletisine yanıt olarak RADIUS sunucusu tarafından gönderilir. Bu ileti, yanıt isteyen RADIUS istemcisine bir itirazdır.
- Hesap Oluşturma İsteği (Accounting Request): Kabul edilen bir bağlantının hesap oluşturma bilgilerini belirtmek için RADIUS istemcisi tarafından gönderilir.
- Hesap Oluşturma Yanıtı (Accounting Response): "Hesap Oluşturma İsteği" iletisine yanıt olarak RADIUS sunucusu tarafından gönderilir. Bu ileti, "Hesap Oluşturma İsteği" iletisinin başarıyla alındığını ve işlendiğini bildirir.

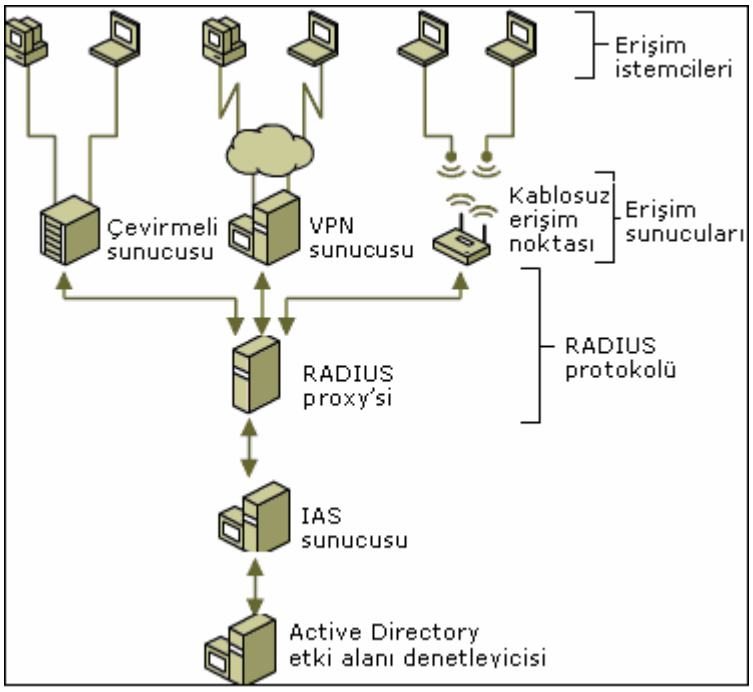
2.6 IAS'in Çalışma Prensibi

Bu başlık kapsamında RADIUS sunucusu veya RADIUS Proxy'si olarak IAS'in nasıl çalıştığı anlatılacaktır.

2.6.1 IAS'in RADIUS sunucusu olarak kullanılması

IAS; RADIUS istemcileri için kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemlerini yapmak üzere bir RADIUS sunucusu olarak kullanılabilir. RADIUS istemcisi, bir erişim sunucusu veya RADIUS Proxy'si olabilir. IAS bir RADIUS sunucusu olarak kullanıldığında, şunları sağlar:

- RADIUS istemcileri tarafından gönderilen tüm erişim istekleri için merkezi bir kimlik doğrulama ve yetkilendirme hizmeti sağlar. Bir bağlantı isteği için kullanıcı kimlik bilgilerini doğrularken, Active Directory etki alanını, bir bağlantıyı yetkilendirmek için ise kullanıcı hesabının arama özelliklerini ve uzaktan erişim ilkelerini kullanır.
- RADIUS istemcileri tarafından gönderilen tüm hesap oluşturma istekleri için merkezi bir hesap kayıt hizmeti sağlar. Hesap oluşturma istekleri, çözümlenmek üzere bir yerel günlüğe depolanır.



Şekil 2.3 RADIUS sunucusu olarak IAS'in kullanılması

Şekil 2.3'te IAS, çeşitli erişim istemcileri ve bir RADIUS Proxy'si için bir RADIUS sunucusu olarak gösterilmektedir. IAS, gelen RADIUS "Erişim-İsteği" iletilerinin kullanıcı kimlik bilgilerinin doğrulanmasında bir Active Directory etki alanı kullanır. IAS bir RADIUS sunucusu olarak kullanıldığında, RADIUS iletileri, ağ erişimi bağlantıları için kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemlerini aşağıdaki şekilde sağlar:

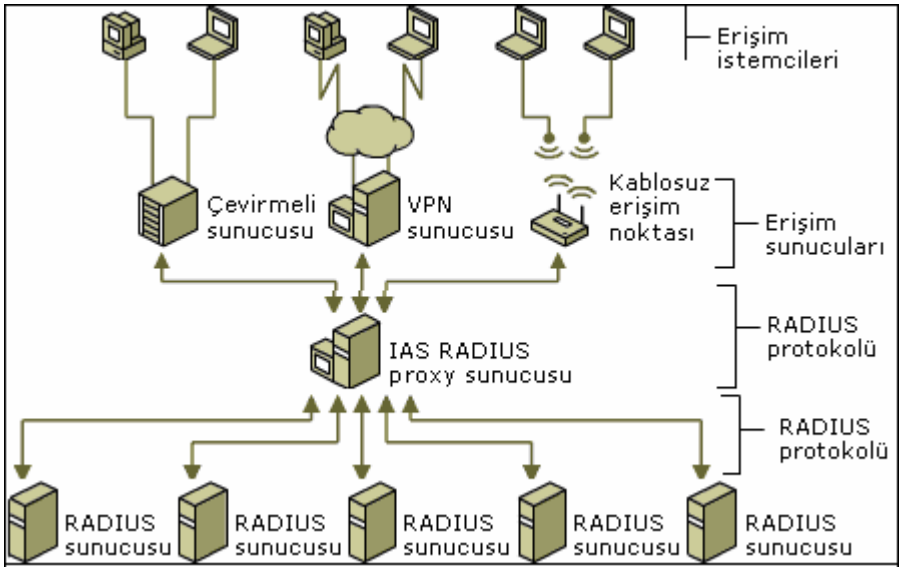
1. Dial-up ağ erişimi sunucuları, VPN sunucuları ve kablosuz erişim noktaları gibi erişim sunucuları, erişim istemcilerinden bağlantı istekleri alırlar.
2. Kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma protokolü olarak RADIUS kullanacak şekilde yapılandırılmış erişim sunucusu bir "Erişim-İsteği" iletisi oluşturur ve bunu IAS sunucusuna gönderir.
3. IAS sunucusu "Erişim-İsteği" iletisini değerlendirir.
4. IAS sunucusu, gerekirse erişim sunucusuna bir "Erişim-İtirazı" iletisi gönderir. Erişim sunucusu itirazı işler ve IAS sunucusuna güncelleştirilmiş bir "Erişim-İsteği" gönderir.
5. Kullanıcı kimlik bilgileri denetlenir ve bir etki alanı denetleyicisine yapılan güvenli bir bağlantı yoluyla kullanıcı hesabının arama özellikleri alınır.

6. Bağlantı girişimi, hem kullanıcı hesabının arama özellikleri ile hem de uzaktan erişim ilkeleri ile yetkilendirilir.
7. Bağlantı girişiminin kimliği doğrulanıp yetkilendirilirse, IAS sunucusu erişim sunucusuna bir "Erişim-Onayı" iletisi gönderir. Bağlantı girişiminin kimliği doğrulanmaz veya yetkilendirilmezse, IAS sunucusu erişim sunucusuna bir "Erişim-Reddi" iletisi gönderir.
8. Erişim sunucusu erişim istemcisi ile ilgili bağlantı sürecini tamamlar ve IAS sunucusuna (ki burada ileti günlüğe kaydedilir) bir "Hesap-İsteği" iletisi gönderir.
9. IAS sunucusu erişim sunucusuna bir "Hesap-Yanıtı" iletisi gönderir.

Erişim sunucusu ayrıca bağlantının kurulduğu süre içinde, erişim istemcisi bağlantısı kapatıldığında, erişim sunucusu başlatıldığında ve durdurulduğunda "Hesap-İsteği" iletileri gönderir.

2.6.2 IAS'in RADIUS proxy'si olarak kullanılması

IAS; RADIUS istemcileri (erişim sunucuları) ile bağlantı girişimi için kullanıcı kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemleri gerçekleştiren RADIUS sunucuları arasında RADIUS iletilerinin yönlendirilmesini sağlamak için bir RADIUS Proxy'si olarak kullanılabilir.



Şekil 2.4 RADIUS Proxy'si olarak IAS'in kullanılması

RADIUS Proxy'si olarak kullanıldığında IAS, RADIUS erişim ve hesap oluşturma iletilerini aktarmak için kullanılan merkezi bir switch (anahtar) veya yönlendirme noktasıdır. IAS, bilgileri, iletilen iletiler ile ilgili bir hesap oluşturma günlüğüne kaydeder. Şekil 2.4 RADIUS istemcileri ile RADIUS sunucuları veya başka bir RADIUS Proxy'si arasında RADIUS Proxy'si olarak kullanılan IAS'i göstermektedir.

1. IAS RADIUS Proxy'si "Erişim-İsteği" iletisini alır ve yerel olarak yapılandırılmış bağlantı isteği ilkelerini temel alarak "Erişim-İsteği" iletisini nereye ileteceğini belirler.
2. IAS RADIUS Proxy'si "Erişim-İsteği" iletisini uygun RADIUS sunucusuna gönderir.
3. RADIUS sunucusu "Erişim-İsteği" iletisini değerlendirir.
4. Gerekirse, RADIUS sunucusu IAS RADIUS Proxy'sine bir "Erişim-İtirazı" iletisi gönderir. Erişim sunucusu erişim istemcisi ile ilgili itirazı işler ve IAS RADIUS Proxy'sine güncelleştirilmiş bir "Erişim-İsteği" gönderir.
5. RADIUS sunucusu bağlantı girişiminin kimliğini doğrular ve yetkilendirir.
6. Bağlantı girişiminin kimliği doğrulanıp yetkilendirilirse, RADIUS sunucusu IAS RADIUS Proxy'sine bir "Erişim-Onayı" iletisi gönderir. Bağlantı girişiminin kimliği doğrulanmazsa veya yetkilendirilmezse, RADIUS sunucusu IAS RADIUS Proxy'sine bir "Erişim-Reddi" iletisi gönderir.
7. Erişim sunucusu erişim istemcisi ile ilgili bağlantı sürecini tamamlar ve IAS RADIUS Proxy'sine bir "Hesap-İsteği" iletisi gönderir. IAS RADIUS Proxy'si hesap oluşturma verilerini kaydeder ve iletiyi RADIUS sunucusuna iletir.
8. RADIUS sunucusu IAS RADIUS Proxy'sine bir "Hesap-Yanıtı" gönderir.

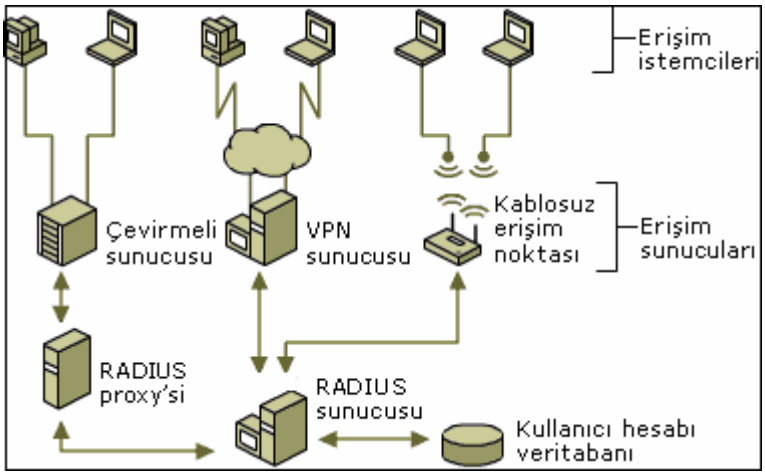
2.7 RADIUS Altyapı Bileşenleri

Bir RADIUS kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma altyapısı; Bulusu (2003)'nun da bildirdiği gibi aşağıdaki bileşenlerden oluşur:

- Erişim istemcileri
- Erişim sunucuları (RADIUS istemcileri)

- RADIUS Proxy'leri
- RADIUS sunucuları
- Kullanıcı hesabı veritabanları

Bu bileşenler Şekil 2.5'de gösterilmiştir.



Şekil 2.5 RADIUS altyapı bileşenleri

Erişim İstemcileri: Daha geniş bir ağa bir düzeyde erişim gerektiren bir aygıttır. Erişim istemcilerine örnek olarak, dial-up (çevirmeli) ya da VPN istemcileri, kablosuz istemciler veya bir switche bağlı LAN (Local Area Network) istemcileri verilebilir.

Erişim Sunucuları (RADIUS İstemcileri): Daha geniş bir ağa bir düzeyde erişim sağlayan bir aygıttır. Bir RADIUS altyapısı kullanan erişim sunucusu aynı zamanda, bağlantı isteklerini ve hesap oluşturma iletilerini bir RADIUS sunucusuna gönderen RADIUS istemcisidir. Erişim sunucularına örnek olarak aşağıdakiler verilebilir:

- Bir kuruluş ağına veya internete uzaktan erişim bağlantısı sağlayan ağ erişim sunucuları, yönlendirme ve uzaktan erişim hizmetini çalıştıran ve bir kuruluş intranetine normal bir dial-up veya VPN uzaktan erişim hizmeti sağlayan bir bilgisayar,
- Bir kuruluş ağına fiziksel düzeyde erişim sağlayan, kablosuz aktarım ve alıcı teknolojileri kullanan kablosuz erişim noktaları,
- Bir kuruluş ağına fiziksel düzeyde erişim sağlayan, ethernet gibi LAN teknolojilerini kullanan switchler.

RADIUS Proxy'leri: RADIUS bağlantı isteklerini ve hesap oluşturma iletilerini RADIUS istemcileri (ve RADIUS Proxy'leri) ile RADIUS sunucuları (veya RADIUS Proxy'leri) arasında ileten veya yönlendiren bir aygıttır. RADIUS Proxy'si, RADIUS iletisini uygun RADIUS sunucusuna yönlendirmek için RADIUS iletisindeki bilgileri kullanır. Kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemlerinin farklı kuruluşlardaki birden fazla RADIUS sunucusunda yapılması gerektiğinde, RADIUS Proxy'si; RADIUS iletileri için bir iletme noktası olarak kullanılabilir.

RADIUS Sunucuları: RADIUS istemcileri veya RADIUS Proxy'leri tarafından gönderilen bağlantı isteklerini veya hesap oluşturma iletilerini alan ve işleyen bir aygıttır. Bağlantı istekleri söz konusu olduğunda, RADIUS sunucusu bağlantı isteğindeki RADIUS özniteliklerinin listesini işler. Kullanıcı hesabı veritabanındaki kuralları ve bilgileri temel alarak, RADIUS sunucusu bağlantısının kimliğini doğrular, yetkilendirir ve bir "Erişim-Onayı" ya da bir "Erişim-Reddi" iletisi olarak geri gönderir. "Erişim-Onayı" iletisi, erişim sunucusu tarafından bağlantı süresi ile ilgili olarak uygulanan bağlantı kısıtlamalarını içerebilir.

Kullanıcı Hesabı Veritabanları: Kimlik doğrulama, yetkilendirme ve bağlantı parametresi bilgilerini içeren kullanıcı hesabı özelliklerini doğrulamak için, kullanıcı hesaplarının ve bunların bir RADIUS sunucusu tarafından denetlenebilen özelliklerinin bir listesidir. Kimlik doğrulaması yapılacak kullanıcı hesapları farklı türden bir veritabanında ise, IAS, kimlik doğrulama isteğini kullanıcı hesabı veritabanına erişimi olan bir RADIUS sunucusuna iletecek bir RADIUS Proxy'si olarak yapılandırılabilir.

IAS'nin kullanabileceği kullanıcı hesabı veritabanları; yerel güvenlik hesapları yöneticisi, bir Microsoft Windows NT 4.0 etki alanı veya Active Directory dizin hizmetidir. Active Directory söz konusu olduğunda IAS, üyesi olduğu bir etki alanında, iki yönlü güven sağlanmış etki alanlarında ve etki alanı denetleyicilerinin bulunduğu güvenilen bölgelerde kullanıcı veya bilgisayar hesapları için kimlik doğrulama ve yetkilendirme sağlayabilir. Bu çalışmada, kullanıcı hesabı veritabanı olarak Active Directory dizin hizmeti kullanılmıştır. Bir sonraki başlık kapsamında Active Directory hakkında genel bilgiler verilecektir.

2.8 Active Directory Dizin Hizmeti

Ağdaki nesneler hakkında bilgi depolayan sıradüzenli yapı, "Dizin" olarak adlandırılır. Veri deposu olarak da bilinen dizin, Active Directory nesneleri hakkında bilgiler içerir. Bu nesneler genelde; sunucular, birimler, yazıcılar ile ağ kullanıcıları ve bilgisayar hesapları gibi paylaşılan kaynakları içerir. Active Directory gibi bir dizin hizmeti, dizin verilerini depolamayı ve bu verileri ağ kullanıcıları ile yöneticiler için kullanılabilir kılmayı sağlayacak yöntemler sunar ve dizin bilgilerinden mantıksal ve hiyerarşik bir düzen oluşturmak için yapılandırılmış bir veri deposu kullanır. Örneğin, Active Directory, adlar, parolalar, telefon numaraları vb. gibi kullanıcı hesapları hakkında bilgi depolar ve aynı ağ üzerindeki diğer kullanıcılara bu bilgilere erişim olanağı verir. Active Directory; kullanıcı, bilgisayar ve ağ kaynakları hakkında bilgilerin saklandığı, etki alanı içerisindeki kaynaklar ve bu kaynaklara erişim bilgilerinin saklandığı ve erişim denetiminin yapıldığı bir hizmetler bütünü olarak da tanımlanabilir. Ağ kaynakları yönetiminin merkezileştirilmesi, kaynak yönetiminin ilgili kullanıcılara yetki vererek merkezi yönetimin yetkilerinin dağıtılması, nesnelerin güvenli olarak mantıksal yapıda saklanması ve ağ trafiğinin en iyi şekilde kullanılması Active Directory'nin temel fonksiyonları arasında sayılabilir (WEB_3 2006).

2.8.1 Active Directory için güvenlik bilgileri

Active Directory, yerleşik oturum açma kimlik doğrulaması ve kullanıcı yetkilendirmesi kullanan ağlar için güvenli bir dizin ortamı sağlar. Bunlar LSA'nın (Local Security Authority-Yerel Güvenlik Yetkilisi) temel özellikleridir. Oturum açma kimlik doğrulaması ve kullanıcı yetkilendirmesi varsayılan olarak kullanılabilir ve ağ erişimi ile ağ hizmetleri için anında koruma sağlar. Active Directory, ağ erişimine izin vermeden önce kullanıcının kimliğinin onaylanmasını gerektirir; bu işlem "Kimlik Doğrulama" olarak bilinir. Etki alanına (ya da güvenli etki alanlarına) erişim kazanmak için kullanıcıların tek yapması gereken, tek bir oturum sağlamaktır. Active Directory kullanıcının kimliğini onayladığında kimlik doğrulaması yapan etki alanı denetleyicisindeki LSA, kullanıcının ağ kaynaklarına erişim düzeyini belirleyen bir erişim simgesi üretir. Active Directory, oturum açma sırasında kimlik sağlaması için

kullanılan birçok güvenli internet standardında protokol ve kimlik doğrulama mekanizması sağlar, bunların arasında SSL (Secure Socket Layer) kullanan Kerberos V5, X.509 v3 sertifikaları, akıllı kartlar, genel anahtar alt yapısı ve basit dizin erişim protokolü (LDAP) sayılabilir.

Kimlik doğrulama ile güvenli ağ erişimine ek olarak, Active Directory kullanıcı yetkilendirmesi basitleştirilerek paylaşılan kaynakları korumaya yardım edilir. Kullanıcı oturumu Active Directory tarafından kimlik doğrulamasından geçtiğinde, bu kullanıcıya güvenlik grupları yoluyla atanan kullanıcı hakları ve paylaşılan kaynaklar için atanan izinler, kullanıcının bu kaynağa erişmek için yetkili olup olmadığını belirler. Bu yetkilendirme işlemi, paylaşılan kaynakları yetkisiz erişime karşı korur ve yalnızca yetkili kullanıcı ve grupların erişimine izin verir.

2.8.2 Active Directory'de erişim denetimi

Güvenlik nedeniyle yöneticiler, paylaşılan kaynaklara kullanıcı erişimini yönetmek için erişim denetimini kullanabilir. Active Directory'de erişim denetimi, farklı erişim düzeyleri veya nesnelere “Tam Denetim”, “Yazma”, “Okuma” veya “Erişim Yok” gibi izinler ayarlayarak, nesne düzeyinde yönetilir. Active Directory içinde erişim denetimi, farklı kullanıcıların Active Directory nesnelerini kullanma şeklini tanımlar. Varsayılan olarak, Active Directory içindeki nesnelerle ilgili izinler için en güvenli ayarlar belirlenir. Active Directory nesnelerinde erişim denetimini tanımlayan öğeler, güvenlik tanımlayıcılarını, nesne devralmalarını ve kullanıcı kimlik doğrulamasını içerir.

2.8.3 Dizin erişim protokolü (LDAP)

Active Directory istemcileri, ağda oturum açarken ve paylaştırılmış kaynakları ararken etki alanı denetleyicileri ile iletişim kurmalıdır. Etki alanı denetleyicilerine ve genel kataloglara erişim, Basit Dizin Erişimi Protokolü (LDAP) kullanılarak gerçekleştirilir. Adından da anlaşıldığı üzere LDAP, diğer karmaşık dizin erişim iletişim kurallarına gerek kalmadan, dizin hizmetlerine erişim için verimli bir yöntem olarak TCP/IP ağlarında kullanılmak üzere tasarlanmış bir iletişim kuralıdır. Bir dizindeki bilgileri sorgulamak ve değiştirmek için hangi işlemlerin yapılabileceğini ve dizindeki bilgilere nasıl güvenli bir biçimde erişilebileceğini tanımladığından, dizin nesnelerini

bulmak veya sıralamak ve Active Directory'yi sorgulamak veya yönetmek için LDAP hizmeti kullanılabilir.

2.8.4 Kullanıcı ve bilgisayar hesapları

Active Directory kullanıcı ve bilgisayar hesapları (ve gruplar), bilgisayar veya kişi gibi fiziksel bir varlığı temsil eder ve güvenlik ilkeleri olarak da adlandırılabilir. Güvenlik ilkeleri, etki alanı kaynaklarına erişimde kullanılabilen, otomatik olarak atanan güvenlik kimlikleri (SID-Security Identity) olan dizin nesneleridir.

Kullanıcı Hesapları: Active Directory; "Yönetici" (Administrator), "Konuk" (Guest) ve "Yardımcı Asistan" (HelpAssistant) olmak üzere üç yerleşik kullanıcı hesabını barındırır. Bir etki alanı oluşturulduğunda, bu yerleşik kullanıcı hesapları otomatik olarak oluşturulur. Her yerleşik hesabın farklı hak ve izin birleşimi vardır. Etki alanındaki en kapsamlı haklar ve izinler yönetici hesabına aittir; konuk hesabının hakları ve izinleri ise sınırlıdır. Kullanıcı kimlik doğrulaması veya yetkilendirilmesi için güvenliğin temininde, ağa Active Directory kullanıcıları ve bilgisayarlarını kullanarak katılacak her kullanıcı için bireysel bir kullanıcı hesabı oluşturulmalıdır. Her kullanıcı hesabı, bu hesaba atanan hakları ve izinleri denetlemek üzere bir gruba eklenebilir. Ağ için uygun hesapların ve grupların kullanılması, bir ağa oturum açan kullanıcıların belirlenebilmesini ve yalnızca izin verilen kaynaklara erişilebilmesini sağlar. Güçlü parolalar gerektirerek ve bir hesap kilitleme ilkesi uygulanarak, etki alanı saldırganlara karşı savunulabilir.

Bilgisayar Hesapları: Her bilgisayarın ya da bir etki alanına katılan her sunucunun bir bilgisayar hesabı vardır. Kullanıcı hesaplarına benzer bir şekilde, bilgisayar hesapları, bilgisayarların ağa ve etki alanı kaynaklarına erişimi için kimlik doğrulama ve denetim araçları sağlar. Dolayısıyla her bilgisayar adı benzersiz olmalıdır. Kullanıcı ve bilgisayar hesapları, Active Directory kullanıcıları ve bilgisayarları kullanılarak eklenebilir, devre dışı bırakılabilir, sıfırlanabilir veya silinebilir. Bilgisayar hesabı, bir bilgisayar bir etki alanına eklenirken de oluşturulabilir. Bir kullanıcı veya bilgisayar hesabı aşağıdaki işlemlerde kullanılabilir:

- Bir kullanıcının veya bilgisayarın kimliğini doğrulamak: Kullanıcı hesabı, kullanıcının bilgisayarlara ve etki alanlarına, etki alanı tarafından doğrulanabilen bir kimlikle oturum açmasını sağlar. Ağa oturum açan her kullanıcının benzersiz bir kullanıcı hesabı ve parolası olmalıdır.
- Etki alanı kaynaklarına erişim izni vermek veya reddetmek: Kullanıcının kimliği doğrulandıktan sonra, kaynakta o kullanıcı için atanan açık izinlere bağlı olarak, kullanıcıya etki alanı kaynaklarına erişim yetkisi verilir veya bu kaynaklara erişmesi engellenir.
- Diğer güvenlik ilkelerini yönetmek: Güvenilen dış etki alanındaki her güvenlik ilkesi için yerel etki alanında yabancı bir güvenlik ilkesi oluşturulur.
- Kullanıcı veya bilgisayar hesabı kullanarak gerçekleştirilen işlemleri denetlemek amacıyla kullanılabilir.

2.8.5 Active Directory dizin hizmetinde grup kavramı

Grup; tek bir birim olarak yönetilebilen, kullanıcı ve bilgisayar hesapları, kişiler ve diğer gruplardan oluşan bir topluluktur. Belirli bir gruba ait kullanıcılar ve bilgisayarlara grup üyeleri olarak başvurulur. Grupları kullanarak, izinleri ve hakları tek tek hesaplara atamak yerine bir kerede bir izin ve haklar kümesi birçok hesaba atanabilir ve böylece yönetim basitleştirilebilir. Active Directory grupları aşağıdakilerin yapılmasına olanak sağlar:

- Paylaşılan bir kaynak için kullanıcılar yerine gruba izin atanarak yönetim basitleştirilir. Böylece kaynak üzerindeki erişim, grubun tüm üyelerine atanır.
- Önce Grup İlkesi (Group Policy) üzerinden bir gruba kullanıcı hakları atanarak yönetim temsil edilir, daha sonra gereken üyeler aynı haklarına sahip olması istenen gruba eklenir.

Grupların (güvenlik grubu veya dağıtım grubu) etki alanı ağacı veya bölgesinde grubun hangi çapta uygulandığını tanımlayan evrensel, genel ve yerel etki alanı olmak üzere üç farklı bir kapsamı vardır.

Yerel etki alanı kapsamlı gruplar, tek bir etki alanındaki kaynaklara erişimi tanımlama ve yönetmeye yardımcı olur. Genel, evrensel, yerel etki alanı kapsamlı

gruplar veya hesaplar bu grubun üyeleri olabilir. Örneğin, belli bir yazıcıya beş kullanıcı erişimi vermek için, beş kullanıcı hesabı da yazıcının izinler listesine eklenebilir. Ancak, daha sonra bu beş kullanıcıya yeni bir yazıcı için erişim vermek istenirse, yeni yazıcının izinler listesinde beş hesabın tümünün yeniden belirtilmesi gerekir. Küçük bir planlamayla, her zaman yapılan bu yönetim görevi, yerel etki alanı kapsamlı bir grup oluşturularak ve bu grup için yazıcıya erişim izni atanarak basitleştirilebilir. Beş kullanıcı hesabı genel kapsamlı bir grubun içine konur ve bu grup, yerel etki alanı kapsamlı gruba eklenir. Beş kullanıcıya yeni bir yazıcı için erişim vermek istendiğinde, yerel etki alanı kapsamlı grup için yeni yazıcının erişim izni atanır. Böylece genel kapsamlı grubun tüm üyeleri, otomatik olarak yeni yazıcıya erişim hakkı kazanmış olur.

Genel kapsamlı gruplar, kullanıcı ve bilgisayar hesapları gibi günlük bakım gerektiren dizin nesnelerini yönetmek için kullanılır. Kendi etki alanları dışında yinelenmedikleri için genel kapsamlı bir grup içindeki hesaplar, genel kataloğa ek yineleme işlemi getirmeden sık sık değiştirilebilir. Her ne kadar hak ve izin atamaları yalnızca atanmış oldukları etki alanında geçerli olsa da, genel kapsamlı gruplar uygun etki alanları boyunca uygulanarak, aynı amaçlı hesaplara başvurular bir araya toplanabilir. Böylece, etki alanları boyunca grup yönetimi daha basitleşir ve verimli hale gelir. Örneğin, Avrupa ve ABD olmak üzere iki etki alanlı bir ağda, ABD etki alanında Muhasebe adlı genel kapsamlı bir grup varsa, (Avrupa etki alanında muhasebe işlevi olmadığı sürece) Avrupa etki alanında da Muhasebe adlı bir grup olmalıdır.

Evrensel kapsamlı gruplar, etki alanlarına yayılmış grupları birleştirmek için kullanılır. Bunu yapmak için hesaplar genel kapsamlı gruplara eklenir ve bu gruplar evrensel kapsamlı grupların içine yerleştirilir. Bu stratejinin kullanılmasıyla, genel kapsama sahip gruplardaki herhangi bir üye değişikliğinin, evrensel kapsamlı grupları etkilememesi sağlanır.

2.8.6 Sertifika dağıtımları

Bazı kimlik doğrulama yöntemleri bilgisayarların ve kullanıcıların kimliklerini doğrulamak için sertifika kullanabilir. Kimlik doğrulama yapmak için sertifika kullanacak şekilde yapılandırılmış bir bilgisayar bir sertifikayı kaydedemiyorsa, kimlik doğrulaması başarısız olur. Örneğin, IAS çalıştıran yeni bir bilgisayar yerel bir etki alanı

denetleyicisi tarafından etki alanına eklenirse, IAS sunucusu yeniden başlatılır ve grup ilkesi uygulanır. Grup ilkesi uygulandıktan ve sertifika kaydı yapılandırıldıktan sonra, IAS sunucusu sertifikayı bir CA (Certificate Authority-Sertifika Yetkilisi) ile kaydetmeyi dener. CA, sertifikayı kaydetmek için gerekli olan güvenlik izinlerine IAS sunucusunun sahip olup olmadığını anlamak için Active Directory'i sorgular. IAS sunucusunu etki alanına ekleyen etki alanı denetleyicisi IAS sunucusunun etki alanı üyeliği bilgilerini tüm etki alanına çoğaltmışsa, CA, IAS sunucusunun bir sertifika alıp almaması gerektiğini doğrulayabilir. Sonra CA, IAS sunucusuna bir sertifika kaydeder. Etki alanına oturum açarak veya "*gpupdate*" komutu çalıştırılarak grup ilkesi el ile yenilenebilir.

IAS sunucusunun etki alanı üyeliği ile ilgili bilgiler diğer etki alanı denetleyicilerine kopyalanmadığında, CA henüz IAS sunucusu hakkındaki bilgilere sahip olmayan bir etki alanı denetleyicisini sorgularsa; CA, IAS sunucusunun etki alanının üyesi olan bir bilgisayarda çalışıp çalışmadığını doğrulayamaz. CA, IAS sunucusunun sertifika kaydetmek için gereken güvenlik izinlerine sahip olup olmadığını doğrulayamadığından, IAS sunucusu için bir sertifika kaydedemez. Sonuç olarak, kimlik doğrulama başarısız olur ve sunucu ağa oturum açamaz.

2.9 IAS ile Kullanılan Kimlik Doğrulama Yöntemleri

Erişim istemcilerinin kimliklerini doğrulama işlemi önemli bir güvenlik konusudur. Kimlik doğrulama yöntemlerinde genellikle bağlantı kurma işlemi sırasında karar verilen bir kimlik doğrulama iletişim kuralı kullanılır. Bunun yanında IAS, kimliği doğrulanmamış bağlantıları da destekler. Her kimlik doğrulama yönteminin güvenlik, kullanışlılık ve destek kapsamı açısından olumlu ve olumsuz yanları vardır. Kullanılan kimlik doğrulama yöntemini hem erişim sunucusunun, hem de istemcinin yapılandırması belirler.

IAS birden fazla kimlik doğrulama yöntemi kabul edecek şekilde yapılandırılabilir. Erişim sunucuları da bağlantıyı, ilk olarak en güvenli protokolü kullanarak, daha sonra ikinci derecede güvenli olanı ve sırasıyla diğerlerini kullanarak görüşmeye çalışacak şekilde yapılandırılabilir. Örneğin yönlendirme ve uzaktan erişim hizmeti, bir bağlantıyı

görüşmek için önce EAP'ı kullanır sonra MS-CHAP v2, MS-CHAP ve en sonunda da CHAP'ı kullanır. Kimlik doğrulama yöntemi olarak EAP seçilirse erişim istemcisi ve IAS sunucusu arasında EAP türünde bir görüşme olur. Kimliği doğrulanmakta olan istemcinin türüne bağlı olarak, çeşitli kimlik doğrulama yöntemleri için uzaktan erişim ilkeleri kullanılabilir. Örneğin; biri VPN istemcileri, diğeri kablosuz istemciler için olmak üzere, her biri farklı kimlik doğrulama yöntemi kullanan iki uzaktan erişim ilkesi oluşturulabilir. VPN istemcileri için uzaktan erişim ilkesi, kimlik doğrulama yöntemi olarak akıllı kartlar veya sertifikalarla birlikte EAP-TLS kullanacak şekilde, kablosuz istemciler için uzaktan erişim ilkesi ise, güvenli parola kimlik doğrulaması sağlayan PEAP-EAP-MS-CHAP v2 kullanacak şekilde yapılandırılabilir (Microsoft 2003).

2.9.1 Korumalı genişletilebilir kimlik doğrulama protokolü (PEAP)

PEAP (Protected Extensible Authentication Protocol-Korumalı Genişletilebilir Kimlik Doğrulama Protokolü), EAP (Extensible Authentication Protocol-Genişletilebilir Kimlik Doğrulama Protokolü) protokolleri ailesinin yeni bir üyesidir. Kablosuz bilgisayar gibi kimlik doğrulayan PEAP istemcisi ile IAS veya RADIUS sunucusu gibi bir PEAP kimlik doğrulayıcısı arasında şifrelenmiş kanal oluşturmak için TLS'i (Transport Layer Security-Aktarım Düzeyi Güvenliği) kullanır. PEAP bir kimlik doğrulama yöntemi belirtmez, ancak diğer EAP kimlik doğrulama protokolleri için ek güvenlik sağlar. 802.11 kablosuz istemci bilgisayarları için bir kimlik doğrulama yöntemi olarak kullanılır, ancak VPN veya diğer uzaktan erişim istemcileri için desteklenmez. PEAP istemcisi ile kimlik doğrulayıcı arasındaki PEAP kimlik doğrulama işlemi, Bulusu (2003) ve Pâques (2004)'in de belirttiği gibi iki aşamalıdır. İlk aşamada, PEAP istemcisi ile kimlik doğrulayan sunucu arasında güvenli bir kanal oluşturulur. İkinci aşamada ise, EAP istemcisi ile kimlik doğrulayıcı arasında EAP kimlik doğrulaması sağlanır.

2.9.1.1 TLS şifrelenmiş kanalı

Kablosuz istemci bir kablosuz erişim noktası ile ilişkilidir. IEEE 802.11'e dayalı bir ilişkilendirme, istemci ile erişim noktası arasında güvenli bir ilişki oluşturulmadan önce "Açık Sistem" veya "Paylaşılan Anahtar" kimlik doğrulaması sağlar. İstemci ile erişim noktası arasında IEEE 802.11'e dayalı ilişkilendirme başarılı bir şekilde kurulduktan

sonra, erişim noktası ile TLS oturumu görüşülür. Kablosuz istemci ile sunucu (IAS sunucusu) arasında kimlik doğrulama başarılı bir şekilde yapıldıktan sonra, bunların arasında TLS oturumu görüşülür. Bu görüşmede elde edilen anahtar bundan sonraki iletişimin tümünü şifrelemede kullanılır.

2.9.1.2 EAP ile kimliği doğrulanmış iletişim

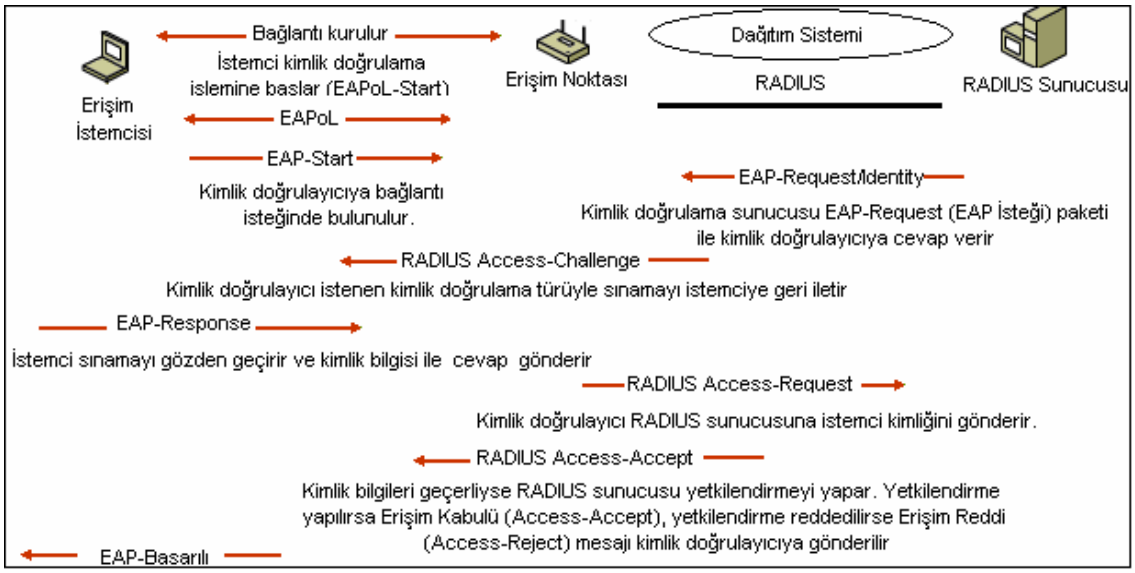
EAP görüşmesi dahil, tüm EAP iletişimi TLS kanalı ile yapılır. IAS sunucusu, kullanıcının ve istemci bilgisayarın kimliğini EAP türünün belirlediği ve PEAP içinde kullanılmak üzere seçilen yöntemle doğrular (EAP-TLS veya EAP-MS-CHAPv2). Erişim noktası, iletileri yalnızca kablosuz istemci ile RADIUS sunucusu arasında iletir. PEAP ile kullanmak üzere EAP-MS-CHAPv2 veya EAP-TLS şeklinde olan iki EAP türünden biri seçilebilir.

EAP-MS-CHAPv2 ile PEAP: EAP-MS-CHAPv2 ile PEAP'ın dağıtımı EAP-TLS'den daha kolaydır. Çünkü kullanıcı kimlik doğrulaması, sertifika veya akıllı kart yerine, parolaya dayalı kimlik bilgileriyle (kullanıcı adı ve parolası) yapılır. Yalnızca IAS veya RADIUS sunucusunun bir sertifikası olması gerekir. Ayrıca, sunucu sertifikası, istemci bilgisayarın güvendiği bir ortak sertifika yetkilisi tarafından verilebilir. PEAP-EAP-MS-CHAPv2, karşılıklı kimlik doğrulama yöntemini kullanarak MS-CHAPv2 üzerinde gelişmiş güvenlik sağlarken, izinsiz bir sunucunun en az güvenli kimlik doğrulama yöntemini görüşmesini önler ve TLS ile anahtar oluşturulmasını sağlar. PEAP-EAP-MS-CHAPv2, istemcinin sunucu tarafından sağlanan sertifikalara güvenmesini gerektirir.

EAP-TLS ile PEAP: Ortak anahtar sertifikaları, parolaya dayalı kimlik bilgileri kullananlardan çok daha sağlam bir kimlik doğrulama yöntemi sağlar. EAP-TLS ile PEAP, sunucu kimlik doğrulaması için sertifikaları, kullanıcı ve istemci bilgisayarı kimlik doğrulaması için ise sertifika veya akıllı kart kullanır. PEAP-EAP-TLS'yi kullanmak için, bir ortak anahtar altyapısı (PKI-Public Key Infrastructure) dağıtılması gerekir.

2.9.2 Genişletilebilir kimlik doğrulama protokolü (EAP)

Genişletilebilir Kimlik Doğrulama Protokolü EAP ile rasgele bir kimlik doğrulama mekanizması, bir uzaktan erişim bağlantısının kimliğini doğrular (Blunk ve Vollbrecht 1998). Kullanılacak tam kimlik doğrulama şeması, uzaktan erişim istemcisi ve kimlik doğrulamasını yapan arasında uzlaşmayla belirlenir. EAP, kullanıcının LAN'a erişimini garantilemeden önce bir kimlik doğrulayıcı ve kullanıcı arasındaki standart mesaj değişimini tanımlar. Her iki kısım tarafından da anlaşması sağlanan bir kimlik doğrulama protokolüne dayanan istemci kimliğini tanımlamak için kimlik doğrulama sunucusuna izin verir. EAP protokolü cihazlar arasındaki mesajları taşımak için IP protokolü gerektirmez. İstemciler geçerli bir IP adresine gerek duymadan erişim noktaları ile iletişim kurabilirler ve mesajları iletmek için EAPoL (EAP over LAN) protokolünü kullanırlar. EAPoL, üzerinde kimlik doğrulama meydana gelebilecek kimlik doğrulayıcı ve kullanıcı arasında bir iletişim yolu sağlar ve EAP paketlerinin Ethernet, Token Ring veya FDDI yapıları içinde nasıl iletildiğini tarif eder. Bir ağa bir istemcinin kimliğini tanımlamak için EAP standart bir mesaj yapısı yaratır. Kimlik doğrulama protokolüne bağlı olarak bir istemci tarafından anlaşma sağlanır ve sunucu mesaj değişimindeki ayrıntıları değiştirebilir. Şekil 2.6 EAP istemcisi, kimlik doğrulayıcı ve kimlik doğrulama sunucusu arasında meydana gelen genel mesaj akışını gösterir.



Şekil 2.6 IEEE 802.1x ve EAP mesaj değişimi

EAP mesaj değişimini oluşturan adımlar aşağıdaki maddelerde verilmiştir:

- EAP istemcisi ağa bağlanır ve ağ üzerindeki erişim bilgisi için girişimde bulunur. İletişim EAPoL protokolü kullanılarak gerçekleştirilir.
- Kimlik doğrulayıcı, kullanıcıya bir EAP-Request/Identity mesajı gönderip onun kimlik bilgilerini sorarak istemciye cevap verir.
- İstemci EAPoL protokolünü kullanarak kimlik bilgisini bir EAP-Response/Identity mesajını ile birlikte kimlik doğrulayıcıya gönderir.
- Kimlik doğrulayıcı bu bilgileri kimlik doğrulama sunucusuna iletir.
- Kimlik doğrulama sunucusu bir parola sınaması içeren EAP-Request paketi ile kimlik doğrulayıcıya cevap verir ve kimlik doğrulama sunucusu tarafından desteklenen EAP kimlik doğrulama türünü belirler. Bu mesaj RADIUS protokolü üzerinden kimlik doğrulayıcıya geri iletilir.
- Kimlik doğrulayıcı, EAPoL kullanarak kimlik doğrulama sunucusu tarafından istenen kimlik doğrulama türüyle sınamayı istemciye geri iletir.
- İstemci sınamayı gözden geçirir ve istenen EAP kimlik doğrulama protokolünü desteklerse, EAPoL'ü kullanarak onun kimlik bilgisi ile cevap verir.
- Kimlik doğrulayıcı, RADIUS protokolünü kullanarak kimlik doğrulama sunucusuna istemci kimlik bilgilerini gönderir.
- Eğer istemcinin kimlik bilgileri geçerliyse kimlik doğrulama sunucusu kimlik doğrulamasını ve istemci yetkilendirmesini yapar. Aksi takdirde, istemci reddedilir ve RADIUS protokolü kullanılarak uygun RADIUS Access-Accept veya Access-Reject mesajı kimlik doğrulayıcıya geri gönderilir.
- Kimlik doğrulayıcı RADIUS Access-Accept veya Access-Reject mesajını alır ve ağ erişimini buna göre yapılandırır.
- RADIUS Accept paketinin alınması üzerine kimlik doğrulayıcı, istemci portunu yetkili bir duruma geçirir ve ağ trafiği iletilir.

EAP, uzaktan erişim istemcisiyle kimlik doğrulamasını yapan arasında açık uçlu bir görüşme yapılmasına olanak sağlar. Görüşme, kimlik doğrulamasını yapanın kimlik doğrulama bilgilerini istemesinden ve uzaktan erişim istemcisinin ona verdiği yanıtlardan oluşur. Yönlendirme ve uzaktan erişim varsayılan olarak, EAP-TLS ve MD5-Sınama (Message Digest 5 Challenge) desteği içerir. Belirli bir EAP kimlik doğrulama şeması, bir EAP türü olarak adlandırılır. Kimlik doğrulama işleminin

başarıyla sonuçlandırılabilmesi için uzaktan erişim istemcisiyle kimlik doğrulayıcının aynı EAP türünü destekliyor olması gerekir.

2.9.2.1 EAP altyapısı

EAP, herhangi bir EAP türü için bir eklenti parçası gibi mimari destek sunan bir dizi iç bileşendir. Başarılı kimlik doğrulaması için uzaktan erişim istemcisinde ve kimlik doğrulamasını yapanda aynı EAP kimlik doğrulama modülünün yüklü olması gerekir. İki EAP türü vardır: MD5-Sınama ve EAP-TLS. Moen (2004)'in de belirttiği gibi bir EAP türüne ilişkin bileşenlerin her uzaktan erişim istemcisine ve her kimlik doğrulayıcısına yüklenmesi gerekir.

MD5-Sınama: PPP tabanlı CHAP ile aynı el sıkışma protokolünü kullanan gerekli bir EAP türüdür ancak istekler ve cevapları EAP iletileri olarak gönderilir. MD5-Sınamanın en yaygın kullanımı kullanıcı adı ve parola güvenlik sistemlerini kullanarak, uzaktan erişim istemcilerinin kimlik bilgilerine kimlik doğrulama uygulamaktır.

EAP-TLS: Sertifika tabanlı güvenlik ortamlarında kullanılan bir EAP türüdür (Aboba ve Simon 1999). Uzaktan erişim kimlik doğrulaması için akıllı kart kullanılıyorsa, EAP-TLS kimlik doğrulama yöntemi kullanılmalıdır. EAP-TLS uzaktan erişim istemcisiyle kimlik doğrulayıcı arasında karşılıklı kimlik doğrulama, şifreleme yöntemi üzerinde anlaşma ve şifrelenmiş anahtar belirlemeyi sağlayarak en sağlam kimlik doğrulama ve anahtar belirleme yöntemini sunar. Yönlendirme ve uzaktan erişim çalıştıran, Windows kimlik doğrulaması veya RADIUS kullanacak şekilde yapılandırılmış olan ve bir etki alanının üyesi olan sunucularda desteklenir. Tek başına bir sunucu veya bir çalışma grubunun üyesi olarak çalışan bir uzaktan erişim sunucusu EAP-TLS'yi desteklemez. EAP-TLS'in temel sakıncası, her kullanıcının bir PKI sertifikasına sahip olmasını gerektirmesidir. Kullanıcı sertifikalarını yönetmek, iptal etmek ve dağıtmak için bir sertifika otoritesi işletiminde çok sağlam yönetimsel bir yükü zorla kabul ettirir.

EAP kimlik tanımlama metotlarından olan EAP-TTLS (EAP-Tunneled Transport Layer Security) ve PEAP olarak isimlendirilen protokoller, EAP-TLS içindeki PKI engeline olan cevapta geliştirilir. Her ikisi de sunucunun kimlik doğrulamasını yapmak

için TLS'i kullanır ve istemcinin kimlik doğrulamasını yapmak için CHAP, MD5 gibi diğer kimlik doğrulama metotlarının tünellemesini önerir. Böylece TLS'in güçlü kriptografik temeli korunmuş olur. EAP-TTLS, EAP-TLS'i kapsayan bir EAP protokolüdür ve sağlam şifreleme temeli oluşturduğu için taşıma katmanı güvenliğini kullanır (Funk ve Wilson 2005). Sertifikalara sahip olma gerekliliğinden dolayı kullanıcılarda değil sadece RADIUS sunucularda farklılık gösterir. Alışılmış kullanıcı isimleri ve parola bilgileri TLS içindeki güvenlik sınırında çevrelenip kullanıcının ağa kimlik doğrulaması yapılır. Bu yüzden EAP-TTLS'de TLS anlaşması karşılıklı veya tek yönlü olabilir (sadece sunucu, istemciye kimliklendirilir). Anlaşmayla kurulan güvenli bağlantı, var olan geniş yayılımlı kimlik doğrulama altyapılarını kullanarak (RADIUS gibi) istemcinin kimlik doğrulamasını yapmak için sunucuya izin verebilir. İstemcinin kimlik doğrulaması bizzat EAP veya diğer kimlik tanımlama protokolü olabilir.

2.9.2.2 EAP-RADIUS

EAP-RADIUS bir EAP türü değil, tüm EAP türlerindeki EAP iletilerinin bir kimlik doğrulayıcı tarafından kimlik doğrulaması yapılmak üzere bir RADIUS sunucusuna geçirilmesidir. Kimlik doğrulayıcı olarak RADIUS kullanılan ortamlarda, EAP-RADIUS kullanılır. Bunun avantajı, EAP türlerinin her bir uzaktan erişim sunucusuna yüklenmesinin gerekmemesi, yalnızca RADIUS sunucusuna yüklenmesinin yeterli olmasıdır. En yaygın EAP-RADIUS kullanımlarından birinde, yönlendirme ve uzaktan erişimi çalıştıran bir sunucu, EAP kullanacak ve kimlik doğrulamasında IAS sunucusunu kullanacak şekilde yapılandırılır. Bir bağlantı yapıldığında, uzaktan erişim istemcisi, EAP kullanımı konusunda uzaktan erişim sunucusuyla uzlaşır. İstemci uzaktan erişim sunucusuna bir EAP iletisi gönderdiğinde, uzaktan erişim sunucusu EAP iletisini bir RADIUS iletisi olarak saklar ve iletiyi kendi yapılandırılmış IAS sunucusuna gönderir. IAS sunucusu EAP iletisini işler ve uzaktan erişim sunucusuna bir RADIUS saklı EAP iletisi gönderir (Şekil 2.7).

Şekil 2.7 EAP-RADIUS işlemi

Daha sonraki adımda uzaktan erişim sunucusu EAP iletisini uzaktan erişim istemcisine iletir. Bu yapılandırmada, uzaktan erişim sunucusu yalnızca bir geçiş aygıtıdır. EAP iletilerine uygulanan tüm işlemler, uzaktan erişim istemcisinde ve IAS sunucusunda gerçekleşir (Microsoft 2000). Bundan sonra anlatılacak kimlik doğrulama protokolleri, IEEE 802.11i protokolü ile gerçekleştirilen ve RADIUS protokolü ile desteklenen protokollerdir.

2.9.3 MS-CHAP

Microsoft, LAN tabanlı kullanıcıların alışık oldukları fonksiyonları Windows ağlarında kullanılan karma algoritmalarla bütünleştirerek, uzak Windows tabanlı iş istasyonlarının kimliğini doğrulamak için MS-CHAP'yi (Microsoft Challenge Handshake Authentication Protocol-Microsoft Karşılıklı Kimlik Doğrulama) oluşturmuştur. MS-CHAP parola göndermeden bağlantıların kimliğini doğrulamak için bir sınama-yanıtlama mekanizması kullanır. Bunu oluşturmak için, MD4 (Message Digest 4 - İleti Özeti-4) ve DES (Data Encryption Standard) şifreleme algoritması kullanır. Bağlantı hatalarını raporlamak ve kullanıcı parolasını değiştirmek için mekanizmalar sağlayan MS-CHAP, CHAP'tan farklı olarak, kullanıcı parolasının geri döndürülebilir olarak şifrelendirilmiş biçimde depolanmasını gerektirmez.

2.9.4 MS-CHAP v2

Karşılıklı kimlik doğrulama, Microsoft noktadan noktaya şifreleme için daha güçlü başlangıç verisi şifreleme anahtarları üretimi ve gönderilen/alınan veriler için farklı şifreleme anahtarları sağlamada MS-CHAP v2 kullanılır. Parola değiştirme sırasında parola güvenliğini tehlikeye atma riskini en aza indirmek için bu sürüm kullanılır. MS-CHAP v2, MS-CHAP'ye göre daha güvenli olduğundan, tüm bağlantılarda (etkinleştirilmişse) MS-CHAP'den önce sunulur. MS-CHAP v2, hem sunucu hem de istemcinin kullanıcı parolası hakkında bilgi sahibi olduğunu kanıtladığı, karşılıklı kimlik doğrulama iletişim kuralıdır. Bu iletişim kuralında ilk olarak, uzaktan erişim sunucusu uzaktan erişim istemcisine kimlik sorma talebi göndererek kanıt ister. Ardından, uzaktan erişim istemcisi uzaktan erişim sunucusuna kimlik sorma talebi göndererek kanıt ister. Sunucu, istemciden gelen kimlik sorma talebine doğru cevap vererek kullanıcı parolası hakkında bilgi sahibi olduğunu kanıtlayamazsa, istemci

bağlantıyı sonlandırır. Karşılıklı kimlik doğrulaması olmadan, uzaktan erişim istemcisi, yetkili olmayan uzaktan erişim sunucusuyla bağlantı kuramaz.

2.9.5 CHAP

CHAP (Challenge Handshake Authentication Protocol-Karşılıklı Kimlik Doğrulama Protokolü), kimlik doğrulama işlemi sırasında kullanıcı parolasının kendisinin değil, parola gösteriminin gönderildiği, geniş çapta desteklenen bir kimlik doğrulama yöntemidir. CHAP ile uzaktan erişim sunucusu uzaktan erişim istemcisine bir kimlik sorma dizesi gönderir. Uzaktan erişim istemcisi bir karma algoritma kullanarak, kimlik sorma isteğini temel alan bir MD5 karma sonucu ve kullanıcının parolasından hesaplanan bir karma sonucu hesaplar. Uzaktan erişim istemcisi MD5 karma sonucunu uzaktan erişim sunucusuna gönderir. Kullanıcı parolasının karma sonucuna da erişimi olan uzaktan erişim sunucusu, karma algoritmasını kullanarak aynı hesaplamayı yapar ve sonucunu istemci tarafından gönderilen sonuçla karşılaştırır. Sonuçlar eşleşirse, uzaktan erişim istemcisinin kimlik bilgileri gerçek kabul edilir. Karma algoritması tek yönlü şifreleme sağlar ve buna göre, bir veri bloğu için karma sonucunu hesaplamak kolaydır, ancak özgün veri bloğunu karma sonucundan hesaplamak matematiksel olarak mümkün değildir.

3. PORT TABANLI KİMLİK DOĞRULAMA

Bu tez çalışması kapsamında, PAÜ Hastane ağlarında karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik olarak otomatik VLAN yapılandırması ve ağa erişim yapacak tüm kullanıcıların IEEE 802.1x standardı ile kimlik doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesi yöntemine gidilmiştir. Bu bölümde, uygulamanın gerektirdiği materyaller olarak kullanılan otomatik VLAN yapılandırmaları ile IEEE 802.1x kimlik doğrulama işlemleri tanıtılacak ve bu işlemlerin gerekliliğinden bahsedilecektir.

3.1 Sanal Yerel Alan Ağları (VLAN)

Günümüzde önemli ağ yapılandırma tekniklerinden birisi olarak kabul edilen VLAN'lar, hedef ve kaynak MAC (Media Access Control) adreslerini kullanarak anahtarlama işlemini gerçekleştiren bir switch üzerindeki portların mantıksal gruplandırılmasıyla oluşturulan ağlardır. Fiziksel olarak tek bir ağ gibi görünmesine karşın VLAN uygulaması ile sanal ağlar yaratılır ve bu sanal ağlar diğer ağların birçok özelliğini taşır. VLAN'lar genellikle kaynakların ve kullanıcıların yerleşimine, işlevine, departmanına, ya da kullanılan uygulama protokolüne göre düzenlenir.

İyi bir sanal ağ çözümü, yerel ve geniş alan ağlarını içeren bir kurum ağı olabileceği gibi bir kampüs veya bir şehir ağı da olabilir. Bu sayede yönlendirme ihtiyacı düşer ve veri iletim hızı artar. Geniş alan ağlarını da kapsayan kurumsal ağlarda birçok kullanıcının sık sık yer değiştirdiği, ağa yeni kullanıcıların eklendiği veya ağdan mevcut kullanıcıların silindiği göz önüne alınırsa, ağ adresi değiştirme işlemi çok zaman alacağından bu konular ağ ortamında problemlere neden olabilecektir. Ayrıca değişim tamamlanana kadar kullanıcılar ağa erişemeyecektir. Gelişmiş sanal ağ desteği sağlayan switchler kullanılarak bu sorunlar kolaylıkla çözülebilir. Bu sayede, kullanıcı ağın

neresinden bağlanırsa bağlansın, sistem tarafından otomatik tanınarak aynı sanal ağ içinde yer almaya devam edecektir.

VLAN'lar sayesinde alt ağlar ya da broadcast (yayın) domainleri (etki alanı) oluşturularak broadcast'lar yalnızca bir VLAN içinde gönderilir. Her VLAN, ayrı bir yönlendirici (router) ile bölünmüş ağlar gibi ayrı bir ağ kimliğine sahip olmalıdır. Böylece sistemdeki bir bilgisayar, ağa bir broadcast gönderdiğinde bu broadcast sadece o bilgisayar ile aynı ağda olan bilgisayarlarca alınır, yani farklı bir ağda yer alan diğer bilgisayarlar bu broadcastten etkilenmezler. Cambazoğlu (2003)'nunda bildirdiği gibi VLAN oluşturarak sisteme performans ve güvenlik açısından avantajlar sağlansa da, kriterleri oluşturulan VLAN'ların farklı VLAN'larla iletişim kurmasında sıkıntılar yaşanmaktadır. Sıkıntıların giderilmesinde üçüncü katmanda çalışan yönlendiricilere ihtiyaç duyulur. Bu durumda farklı VLAN'lar yönlendirici üzerinden görüşebilir duruma gelir. Ancak farklı birimler arasındaki tüm iletişim, yönlendirici üzerinden geçmek zorunda olduğundan yönlendiricinin yükü artar. Bununla birlikte yönlendiriciye eklenecek erişim listelerindeki kurallarla iletişimin kontrol altına alınması sağlanır (WEB_4 2003, WEB_6 2003).

3.2 Sanal Yerel Alan Ağ Türleri

Sanal ağlar oluşturabilmek için çeşitli yöntemler mevcuttur. Bazı switchler temel birtakım yeteneklere sahipken, diğerleri çok daha güçlü özellikler içerdiği için üreticiler kendi switch mimarilerine uygun metotlar geliştirmişlerdir. Bu yöntemler aşağıdaki maddelerde verilmiştir:

- Port tabanlı sanal ağlar: Sanal ağ oluşturmanın en basit yolu olup switch portlarının gruplandırılmasıyla oluşturulur. Gruplama işlemi bir switch üzerinde olabileceği gibi, birden çok switch üzerindeki portlardan da oluşabilir. Port tabanlı sanal ağ tanımları yapıldığında, bir port birden çok sanal ağa üye olamaz. Ayrıca cihazlar yer değiştirdiğinde, yer değiştiren kullanıcı için yeniden yapılandırma işlemi gerekir.
- MAC tabanlı sanal ağlar: MAC kaynak adreslerine göre cihazları sanal ağlara atamak mümkündür. Bu durumda her sanal ağ, bir MAC adres listesidir. MAC

tabanlı sanal ağlarda cihaz, bina veya kampüs içinde yer değiştirse bile aynı sanal ağda çalışmaya devam eder.

- Protokol tabanlı sanal ağlar: Az kullanılan protokol türlerini toparlamak için kullanılan bir yöntemdir. Ancak yaygın olarak kullanılan protokoller için broadcast desteği yetersizdir.
- Kural tabanlı sanal ağlar: En esnek sanal ağ yöntemidir. Kullanıcılar, ağ yöneticisi tarafından belirlenen kurallara göre tanımlanan sanal ağlara bir kez atandıktan sonra, fiziksel yerlerinden bağımsız olarak çalışmalarını sürdürebilmektedir.

3.3 Otomatik VLAN Kavramı

VLAN'ların kullanılmasının önemi; belli işleri yapmak üzere kurumsal bir ağda farklılaştırılarak ayrılmış yerel ağların dinamik yapılarındaki değişimlerden etkilenmemeleri ve kısmi de olsa bir gizlilik sağlamasından gelmektedir. VLAN'lar fiziksel yapıdan bağımsız olduğu için, ağ üzerindeki sunucuların başka bir noktaya taşınması veya yenilerinin eklenmesi işlemi kolaylaşmış olur. Böylece sistemdeki iş yükü azalır, maliyet düşer ve isteklere verilen yanıt süresi kısalır.

Oluşturulan bir VLAN'ın statik ya da dinamik olarak switch portlarına atanması gerekir. Bir statik VLAN oluşturulurken ağ yöneticisi switchin belirli portlarını VLAN'a dahil eder ve portlar ağ yöneticisi tarafından değiştirilene kadar bu VLAN'ın üyesi olarak kalır. Dinamik VLAN oluşturmada ise, ağ yöneticisi sistemin kurulumu aşamasında ağda bulunan tüm cihazların MAC adreslerini bir yazılım aracılığıyla veri tabanına alıp ağdaki adreslerin VLAN'lara üyeliğini gerçekleştirir. Bu yöntemde MAC adresleri kullanılarak hangi cihazın hangi VLAN'a ait olacağı belirlenir (Aboba 2003, Pâques 2004).

Dinamik VLAN teknolojisi sayesinde ağ üzerinde bulunan bir son kullanıcının yeri değiştiğinde, yeni gittiği yerdeki switch, merkezi MAC veritabanından kullanıcının hangi VLAN'a üye olduğunu bulur ve portu o VLAN'a üye yapar. Böylece merkezi bir bağlantı panosu üzerindeki fiziksel bağlantının yeniden düzenlenmesine gerek kalmadan, değişikliklerin ağ yönetimi denetim terminali üzerinden kolay bir şekilde

yapılmasıyla esnek, alternatif bir çözüm sunulmuş olur. Ayrıca switch portlarının ayrı VLAN'lara atanmasıyla her VLAN'a ait porttan yapılan broadcast sadece o VLAN'a ait diğer portlara iletilir. Bu özellik, ağ performansını arttırmanın yanı sıra ağ yönetimi ve güvenliğini de kolaylaştırır. Broadcast trafiği VLAN içerisine hapsolduğundan sistemin görünür bant genişliği artar ve sistemden daha yüksek hızlarda veri akışı sağlanır (WEB_4 2003, WEB_5 2004). Bunun yanında, ağ yöneticileri "Erişim Listeleri" (Access Lists) yaratarak, hangi adreslerin ağa erişeceğini belirler, böylece veri trafiği denetim altında tutulmuş olur.

Sistem güvenliği temelinin kullanıcıların kimliklerinin doğru belirlenmesi ve yetkilendirmesi işlemine dayandığını önceki bölümlerde belirtmiştik. Eğer sistemdeki bir kullanıcının kimliği belirlenemiyorsa kişilerin yaptıklarından sorumlu olması mümkün olmayacağından büyük bir karmaşa yaşanır. Bu karmaşayı önlemek için RADIUS sunucunda, kullanıcı kimlikleri belirlenir (Çetin ve Aydos 2005). Kimlik doğrulama işlemi esnasında kullanıcıların kişisel bilgileri, kimlik doğrulama işlemini yapacak RADIUS sunucusu üzerindeki veri tabanında saklanır. Bu işlem kullanıcıların kimlik bilgilerinin doğrulundan emin olmak için yapılır. RADIUS sunucusu üzerinde kullanılan bu teknoloji sayesinde ağ içindeki farklı veri kaynaklarına erişme hakkına sahip kullanıcıların yetkileri tek bir noktadan belirlenebilmekte ve yönetilebilmektedir. Böylelikle, dağıtık yapıdaki kullanıcıların yönetimi kolaylaştırılmaktadır.

Ağ içerisinde ve dışında yer alan kullanıcılara kritik sistem verilerine erişim hakkının verilmesi, iş akışını hızlandırmak ya da daha iyi servis vermek gibi avantajlar sağlasa da, güvenlik açısından dikkat edilmesi gereken durumlar yaratabilir. Kullanıcıların kritik verilere (bu uygulamada için elektronik sağlık bilgileri ve mali bilgiler) doğrudan erişimini sağlayan, sunucu merkezindeki kayıtların tutulduğu veritabanına erişim kullanıcı bazında ayarlanmalıdır. Kullanıcılar veritabanına nasıl erişirlerse erişsinler bir veritabanında sadece kendilerinin görmelerine izin verilmiş olan kayıtlara ulaşırlar. Bu filtreleme işlemi ağ yöneticisi tarafından veritabanı düzeyinde tanımlanmaktadır. Böylece daha önce olduğu gibi güvenliğin, veriye ulaşan tüm uygulamalarda ayrı ayrı kodlanması gerekliliği ortadan kalkar (Çetin ve Aydos 2005). Bu da otomatik VLAN kavramını doğurur.

Otomatik VLAN ataması olarak adlandırılan özellik; 802.1x port kimlik doğrulamasıyla gerçekleştirilir. Otomatik VLAN ataması, bir kullanıcı hesabına belirli bir VLAN'ı atamak için ağ yöneticisine izin verir. Kullanıcı 802.1x port kimlik doğrulamasını kullanarak başarılı bir şekilde ağa kendini tanıttığında otomatik olarak kendi VLAN'ına yerleştirilir. Kullanıcı RADIUS protokolünü kullanarak IAS sunucusuna 802.1x bilgilerini gönderir. IAS sunucusu üzerindeki uzak erişim politikaları, kullanıcı hesabının özel bir VLAN grubunun üyesi olup olmadığına karar vermek için kullanılır. Eğer kullanıcı hesabı bir VLAN grubunun parçası ise ve kimlik doğrulaması başarılı bir şekilde gerçekleşmişse VLAN grubu ile ilişkilendirilen kullanıcı bilgileri RADIUS özelliği kullanılarak kimlik doğrulayıcıya geri gönderilir. Kimlik doğrulayıcı üzerindeki kullanıcı portu dinamik olarak VLAN bilgisi eşleşmesiyle VLAN'a atanır ve kullanıcı port tabanlı VLAN'ın bir üyesi haline gelir. Bu özellik sadece port-tabanlı VLAN'larda desteklenir (Çetin vd. 2006).

3.4 Port Tabanlı Kimlik Doğrulama İşlemi

Hem kablolu hem de kablosuz ağları kapsayan IEEE 802 standartlarından IEEE 802.11 standardı, çoğunlukla kablosuz yerel ağları oluşturan cihazların kullanıma uygun olarak tasarlanmıştır. IEEE 802.11 çalışma grubu tarafından geliştirilen IEEE 802.11i protokolü; kimlik doğrulama, şifreleme (encryption), yetkilendirme ve anahtar yönetimi (key management) işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. Stallings (2000)'in de belirttiği gibi gizlilik ve mesaj bütünlüğünün sağlanması için güçlü bir şifreleme algoritmasının kullanıldığı IEEE 802.11i protokolünün yardımıyla servis kalitesi gelişmelerine uyum sağlama yoluna da gidilmiştir. IEEE 802.11i standardının sağladığı pek çok faydadan birkaçı da şu şekilde özetlenebilir:

- WEP'de (Wired Equivalent Privacy - Kablolu Eşdeğer Gizlilik) olmayan anahtar yönetimini hiyerarşik bir şekilde sağlamaktadır.
- Karşılıklı kimlik doğrulama (mutual authentication) mevcuttur.
- Kimlik doğrulama için kullanılan IEEE 802.1x protokolü, üst katman kimlik doğrulama protokollerini de destekler.
- Güçlü bir şifreleme algoritması olan AES'i (Advanced Encryption Standard) kullanmaktadır.

İki katmandan oluşan IEEE 802.11i'nin alt katmanında gelişmiş kriptolama algoritmaları, üst katmanında ise kimlik doğrulama ve anahtar dağıtımı için gerekli 802.1x bulunmaktadır. Kullanıcılar ağ kaynaklarına erişmeden önce kimlikleri doğrulanmakta, bu işlemden sonra üretilen oturum anahtarları dağıtılmakta ve bu anahtarlar kullanılarak üretilecek yeni anahtarlar ile güvenli veri transferi yapılmaktadır.

3.5 IEEE 802.1x Kimlik Doğrulaması

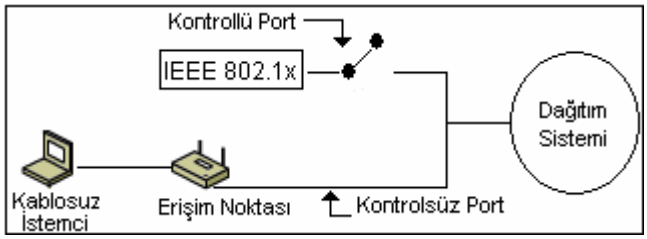
Kablolu ethernet ağlarına ve kablosuz 802.11 ağlarına kimliği doğrulanmış ağ erişimi sağlamak ve port tabanlı ağ erişim kontrolünü gerçekleştirmek için IEEE 802.1x standardı kullanılır (IEEE Std 802.1x 2001). 802.1x her ne kadar bir kimlik doğrulama ve yetkilendirmeye ait çalışma ortamı sağlamak anlamına gelse de, bir Noktadan Noktaya Topolojisi (Point to Point Protocol-PPP) ile her IEEE 802 tabanlı yerel alan ağı için çok elverişlidir ve özellikle güvenlik saldırılarına karşı çok daha hassastır**.** IEEE 802.11i standardı, karşılıklı kimlik doğrulama için 802.1x EAP tabanlı kimlik doğrulamayı uygulamaktadır. EAP, çoklu kimlik doğrulama metotlarını destekleyen bir kimlik doğrulama ortamıdır ve bu protokol ile LAN ortamına bağlanılır.

802.1x kablolu ağlar için geliştirilmesine karşın kablosuz ağlar için de kullanılmaktadır. Bu standart, istemci ile erişim noktası arasında bir kimlik doğrulama sunucusu (genellikle RADIUS) kullanarak kimlik doğrulama ve port tabanlı erişim kontrolü sağlamaktadır. 802.1x; İstemci (Supplicant), Kimlik Doğrulama Sunucusu (Authentication Server) ve Kimlik Doğrulayıcı (Authenticator) olmak üzere temelde 3 kısımdan oluşmaktadır. İstemci; kimlik doğrulama isteğinde bulunduktan sonra kimlik doğrulayıcıya username/password bilgisini gönderir ve bu iletişim için EAP'yi kullanır. Kimlik doğrulama sunucusu; RADIUS gibi kimlik doğrulama işlemini gerçekleştiren bir sunucudur. İstemciden gelen username/password bilgisini doğrular ve onun erişime yetkisi olup olmadığını belirler. Kimlik doğrulayıcı; istemci ile kimlik doğrulama sunucusu arasında yer alan, 802.1x port güvenliğini sağlayan ve ağa erişimi kontrol eden bir erişim noktasıdır. Kullanıcıdan username/password bilgisini alır, RADIUS'a geçirir ve gerekli filtrelemeyi gerçekleştirir ya da RADIUS'tan gelen sonuçlara dayalı eyleme izin verir (Çetin ve Aydos 2005). Dördüncü bölümde bu bileşenlere ek olarak

kablosuz LAN için IEEE 802.1x standardının kapsadığı Ağ Erişim Portu (Network Access Port) ve Port Erişim Elemanı (Port Access Entity) gibi kimlik doğrulama bileşenlerinden de bahsedilecektir.

3.6 802.1x için Kontrollü ve Kontrolsüz Portlar

Kimlik doğrulayıcının port tabanlı erişim kontrolü, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi tek bir fiziksel LAN portu aracılığıyla kablolu LAN'a erişim için farklı lojik port türlerini tanımlar.

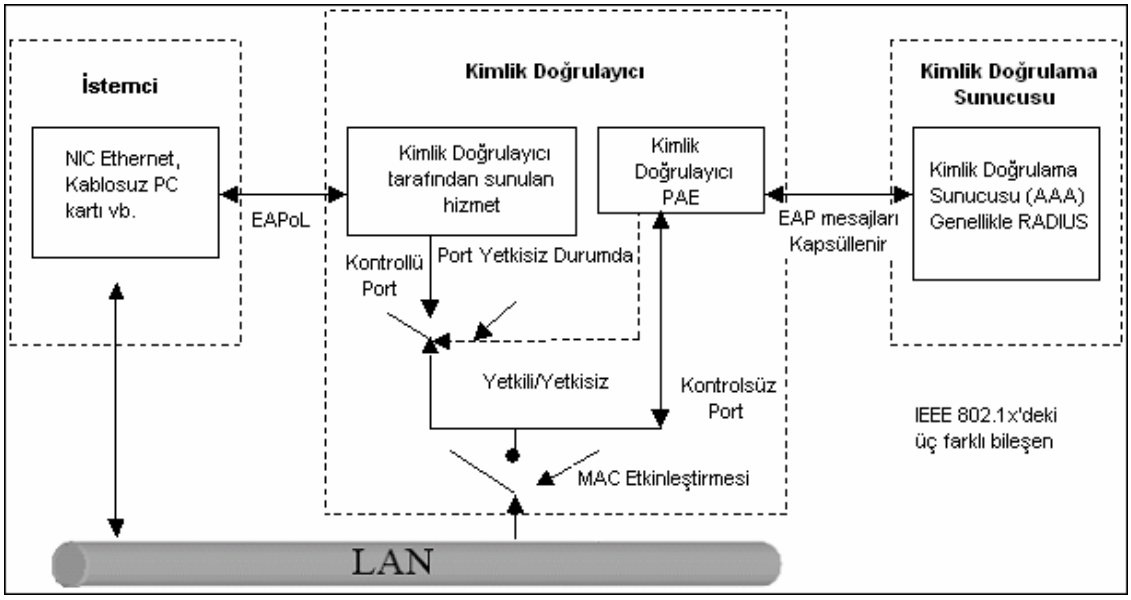


Şekil 3.1 IEEE 802.1x için kontrollü ve kontrolsüz portlar

Fout ve Barkley (2001)'e göre "Kontrolsüz Port" olarak etiketlendirilmiş birinci lojik erişim noktası, sistemin yetki durumuna bakmaksızın kimlik doğrulayıcı ve LAN üzerindeki diğer sistemler arasında kontrolsüz değişime izin verir. Kablosuz istemci tarafından gönderilen yapılar asla kontrolsüz port kullanarak gönderilmez. Kontrolsüz portun bir diğer özelliği de kimlik doğrulayıcı ve kullanıcı arasındaki değişiklikler için bir yol sağlamasıdır. "Kontrollü Port" olarak etiketlendirilmiş ikinci lojik erişim noktası ise sadece kablosuz istemci 802.1x tarafından yetkilendirildiğinde, kablolu ağ ve kablosuz istemci arasındaki değişime izin verir. Kimlik doğrulama işleminden önce switch "açık" durumdadır ve kablosuz istemci ile kablolu ağ arasında hiçbir yapı gönderilmez. Burada yetkisiz bir durum söz konusudur. Kablosuz istemcinin IEEE 802.1x kullanılarak başarılı bir şekilde kimlik doğrulamasının yapılması halinde switch "kapalı" konuma geçer ve yapılar kablosuz istemci ile kablolu ağ üzerinde bulunan bir nokta arasında gönderilebilir duruma gelir. Kullanıcının yetkilendirilmesi üzerine de yetkili duruma geçiş yapılmış olur.

3.7 802.1x'in Çalışma Prensibi

IEEE 802.1x standardının farklı bileşenleri ile bu bileşenler arasındaki işlem prensibi Şekil 3.2'de gösterilmiştir.



Şekil 3.2 IEEE 802.1x ile kimlik doğrulama işlemi

Kimlik doğrulayıcı ilk olarak kimlik doğrulama işlemini tamamlamak için gerekenler hariç, istemcinin oluşturduğu giriş ve çıkış yapan tüm dış trafiği filtreler. Böylece kimlik doğrulayıcı EAPoL protokolü veri birimleri aracılığıyla istemci ile iletişim kurar. İstemci, kimlik doğrulayıcıya bağlantı isteğinde bulunur. Kimlik doğrulayıcı, bağlantı isteğini alınca tüm portları kapalı tutarak sadece istemci ile arasında bir port açar. Kimlik doğrulayıcı, istemciden kimliğini (username/password) istedikten sonra istemci kimliğini gönderir. Kimlik doğrulayıcı kimlik bilgisini bir RADIUS sunucuna gönderir. RADIUS sunucusu, veritabanında tuttuğu bilgilerle kimliği eşleştirerek istemcinin kimliğini sorgular. Kimlik doğrulama işlemi gerçekleştiğinde sunucu, "Kabul" (Accept) mesajını kimlik doğrulayıcıya gönderir. Bu işlemlerden sonra kimlik doğrulayıcı, istemcinin portunu yetkilendirilmiş port durumuna getirir. Böylece istemcinin erişimi garantilenmiş olur (IEEE Std 802.1x 2001). LAN'a olan tüm erişimler, ilaveten bir port aracılığıyla ilişkilendirilen MAC'ın yönetimsel durumuna bağlı olabilir. Örneğin port yönetimsel olarak pasifleştirilmişse port içinden hiçbir trafiğe izin verilmez.

IEEE 802.1x protokolü tüm bu işlemlerin yanında anahtar yönetimi işlemini de gerçekleştirir. İstemci ve kimlik doğrulama sunucusunun ana anahtarı vardır. Bu anahtar kullanılarak, grup anahtar ve oturum anahtar kümesi olarak adlandırılan diğer anahtarlar üretilir. Grup anahtar kümesi, erişim noktası ve ona erişen istemciler arasındaki çoğullama işleminde kullanılır. Oturum anahtarları ise erişim noktası ile istemci arasındaki bağlantı sırasında oluşturulur. Anahtar yönetimi özelliği ile birlikte kimlik doğrulama işlemi gerçekleştirildikten sonra üretilen oturum anahtarları ile veri transferi başlamaktadır.

3.8 Servis Kalitesi (QoS) Kavramı

Servis kalitesi, bir ağ bileşenin belirlenmiş düzeydeki ağ trafiğini ve ağ servis gereksinimlerini yerine getirebilmesi özelliğidir. Gerçek zamanlı programların ağ bant genişliğini en etkin biçimde kullanmasına olanak sağlar ve ağ kaynaklarının yeterliliğini belirli bir düzeyde garanti ettiği için, paylaşılan bir ağa, ayrılmış bir ağın sahip olduğuna benzer bir düzeyde hizmet verir. Servis kalitesi garantisi, bir programın belirlenen bir hız ve sürede veriyi iletmesine olanak tanıyan bir hizmet düzeyini gösterir. Ek bant genişliği sağlamaz, ağ kapasitesini arttırmaz, trafik kısıtlaması yapmaz (ses, görüntü, HTTP v.s.) ve ağ yönetimini basitleştirmez. Ancak, kilit uygulamalar ve kullanıcılara garanti edilmiş kaynaklar sağlar. Ağdaki trafik akışının ölçeklenmesini ve yönetilmesini temin ederek ileriye dönük ağ planlanmasına yardımcı olur. Daha hızlı ağ ortamlarına gerekliliği azaltır ve var olan ağ yapısının daha etkin kullanılabilmesini sağlar.

Günümüzde çoğu ağ trafiği IP tabanlı olup, her trafik türünün kendine özgü bant genişliği, gecikme, kayıp ve kesintisiz çalışma özellikleri mevcuttur. Geçmişte IP protokolü tasarlanırken bir paketin varış noktasına güvenle ulaşmasını sağlama amacı güdülmüş ancak o noktaya giderken geçen zaman göz önüne alınmamıştır. Şimdiki IP ağları farklı türlerde uygulamaları da desteklemek zorundadır. Bu uygulamaların büyük çoğunluğu ise düşük gecikme gerektirir. Aksi takdirde, uç kullanıcı ciddi ölçüde etkilenebilir ya da uygulama tamamen çalışmaz duruma gelir. Ağ performansındaki problemlerle mücadele etmek için etkin trafik kurallarının hayata geçirilmesi ve ciddi bir ağ yönetimine ihtiyaç vardır. Bu sayede çoklu uygulamaların IP paketleri üzerinden taşındığı, zamana dayanan uygulamalarda gecikme ve sorunlar yaşanmamış olacaktır.

Servis kalitesi, farklı trafik türleri arasında kaynak paylaşımı yapabilme kabiliyetine sahiptir. Bu paylaşımı düzenlerken bant genişliği, gecikme ve paket kaybı gibi ölçüleri kullanır. Bu durum, bir kavşaktaki trafik akışına benzetilebilir. Bir anda sadece bir aracın geçişine izin verilir. Normal şartlarda bu ilk gelen ilk hizmeti alır prensibine göre en iyi çözümdür. Servis kalitesi, böyle bir kavşaktaki trafik polisine benzetilebilir. Trafik polisi olduğunda da ilk gelen ilk hizmet alır prensibi geçerlidir. Ancak bir istisna olması durumunda trafik polisi bütün arabaları durdurur ve bu istisnai durumun ortadan kalkmasını sağlar (örneğin bir ambulans). Verilen örnek, bilgisayar ağlarına adapte edildiğinde servis kalitesinin yaptığının; öncelik hakkına sahip olan verilerin daima daha az öncelik değerine sahip verilerden önce iletilmesi işini gerçekleştirmek olduğu söylenebilir.

Bir bilgisayar ağı, aynı zamanda hem verinin kaynağı hem de verinin ulaşacağı hedef olamaz. Ağ, sadece kaynak ile hedef arasındaki veriyi taşıyan bir iletim kanalıdır. Eğer hedefteki bilgisayar çok yavaş ise kanal ne kadar geniş olursa olsun ağ trafiğinin oluşması engellenemez. Çünkü, hedef bilgisayar kabul edebileceğinden çok daha fazla veri ile karşı karşıya kalır. Aynı yaklaşımla düşünüldüğünde servis kalitesi de, bilgisayar ağının temel prensibini asla değiştirmeyecektir. Servis kalitesinin yaptığı işlem, verilen ölçütlere göre gecikmeden az etkilenen paketleri gerekirse geciktirmek, ancak gecikmeden çok etkilenen paketleri daha az gecikecek şekilde ağ üzerinde aktarmaktır. IP tabanlı ağlar bu türden veri dağıtımını destekler ve verileri hedefe belli bir sürede ulaştırmak için çaba sarf eder. Bunu başaramazsa veri paketini ya bekletir ya da tamamen ağdan atılmasını sağlar.

3.9 Servis Kalitesini Etkileyen Faktörler

Ağ tabanlı bütünleşik servisler tarafından verilen servis kalitesi hizmetinden etkilenen uygulamalarda karşılaşılan husus, her bir uygulamanın kendine göre özel sayılabilecek farklı nitelik ve ölçülerde hizmete gereksinim duymasıdır. Servis kalitesi bir performans ölçütü olup, bunu etkileyen her faktör, sistem performansını da doğrudan etkilemektedir. Belirli bir servis kalitesi değerinin tutturulabilmesi için ek bir maliyet

gerekebileceğinden, servis kalitesini etkileyen unsurların iyi analiz edilmesi gerekir. Servis kalitesinde etkili olan faktörler, aşağıdaki başlıklar halinde sıralanabilir:

3.9.1 Bant genişliği

Servis kalitesi uygulamasının çok karmaşık olduğu düşünülen bazı çevrelerce, bant genişliğini arttırmanın tüm uygulamalar için gerekli servis kalitesini sağlayacağına inanılır. Ancak servis kalitesi ile çözümlenen sorunlara bakıldığında, bant genişliği ilavesinin bu sorunlara çözüm getirip getirmediği değerlendirilmelidir. Servis kalitesi bant genişliğini artırmaz ancak mevcut bant genişliğinin çok etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasına yardım eder.

İki şekilde dağıtımı yapılan bant genişliğinin, kullanıcılara mevcuttan fazla sunulması, bir kullanıcı için tanımlanan bant genişliğinin her zaman kullanımına açık olamaması demektir. Bu durum kullanıcıların mevcut bant genişliği için birbirleriyle yarışmaları sonucunu doğurur. Kullanıcılar, herhangi bir zaman diliminde diğer kullanıcıların bant genişliği kullanımına bağlı olarak daha az veya daha çok bant genişliği kullanırlar. Servis sağlayıcılar garanti edilmiş bant genişliği hizmetine kayıt oldukları takdirde abonelerine, VLAN gibi fiziksel ya da mantıksal ağlar üzerinde, mevcut bant genişliği hizmetine kıyasla daha ayrıcalıklı bir hizmet verirler. Bazı durumlarda da garanti edilmiş bant genişliği hizmetine ait veri trafiği, mevcut bant genişliği hizmeti veri trafiğinin kullandığı ağın altyapısını kullanabilmektedir. Bu, genellikle ağ bağlantılarının maliyetinin daha yüksek olduğu ya da bant genişliğinin bir başka hizmet sunucusundan kiralanmış olduğu durumlarda söz konusu olur.

3.9.2 Gecikmeler

Ağ üzerindeki gecikme, bir uygulamanın iletim sürecinde ağın giriş ve çıkış noktaları arasında hareket ettiği zaman dilimidir. Gecikme, ses ve görüntü iletimleri gibi normalin dışındaki gecikmelerde zaman aşımına uğrayıp, iptal olan uygulamalar üzerinde önemli servis kalitesi sorunları yaratmaktadır. Bazı uygulamalar az miktarlardaki gecikmeleri tolere edebilmektedir. Ancak belirli bir süre aşıldıktan sonra servis kalitesi sorunu kaçınılmaz hale gelmektedir. Gecikme değişikliğinin çoklu uygulamalar gibi gerçek zamanlı ve gecikmeye duyarlı uygulamalar üzerinde önemli

etkileri olabilir. Bu uygulamalar paketleri sabit bir hızda ve aralarında sabit süreler olduğu halde almak isterler. Varış hızı değişkenlik gösterdikçe uygulamanın performansı etkilenir. Gecikme değişiklikleri minimum seviyede olduğunda, sorun yaşanmayabilir; ancak gecikme arttıkça uygulama kullanılamaz hale gelecektir.

3.9.3 Kayıplar

Fiziksel iletim ortamında hatalar oluşması ile kayıplar meydana gelebilir. Karasal hatların büyük çoğunluğunda kayıp oranı oldukça azdır. Ancak; uydu, mobil ya da sabit kablosuz bağlantılarda kayıp oranı, çevresel faktörler ile sis, yağmur, RF karışması gibi olumsuzluklara, ağaçlar, binalar ve dağlar gibi fiziksel engeller eklenmesi halinde değişiklik gösterebilir.

3.9.4 İletim öncelikleri

İletim önceliği ağdan çıkmakta olan trafiğin hangi sırada iletileceğini belirler. İletim önceliği olan trafik, iletim önceliği olmayandan daha önce iletilir. İletim öncelikleri, ağ kuyruklama mekanizmalarının trafiğe getireceği gecikme miktarlarını da belirlemektedir. Örneğin, e-posta gibi gecikmeyi tolere edebilecek olan uygulamalar, ses ve video gibi gecikmeye hassas olan gerçek-zamanlı uygulamalardan daha düşük iletim önceliğine sahiptirler. Gecikmeye hassas olmayan bu uygulamalar, gecikmeye hassas uygulamalar iletimde iken kuyrukta bekletilebilirler. Bu yaklaşımın en zayıf yönü, bant genişliği sınırlaması olmayan ortamda yüksek öncelikli iletimin gönderilerek, düşük öncelikli iletimlerin hiçbir zaman gönderilememe riskinin olmasıdır. Atılım öncelikleri ise, hangi iletimin devre dışı bırakılacağını belirlemektedir. Trafik, ağdaki tıkanıklık ya da trafiğin belirlenmiş olan profilinin dışına çıkması durumlarında (trafiğin belirlenmiş olan bant genişliğini belirli bir süre için aşması gibi) devre dışı bırakılır. Tıkanıklık durumunda, yüksek atılım önceliği olan trafik, düşük atılım önceliği olandan daha önce devre dışı bırakılır.

4. KABLOSUZ AĞLARDA KİMLİK DOĞRULAMA DENETİMİ

4.1 Kablosuz Haberleşme Sistemleri

Bir iletişim sisteminin amacı, bilgiyi bir yerden başka bir yere iletmektir. Sistemin randımanı, iletim sırasında kaçınılmaz olarak meydana gelen bilgi kaybının miktarı ile ölçülür. Eğer iletişim sistemi kablosuz ise bilgi, daha yüksek frekanslı bir taşıyıcı üzerine bindirilir. Kablosuz iletişim teknolojisi, en basit tanımıyla, noktadan noktaya veya bir ağ yapısı şeklinde bağlantı sağlayan, bir teknolojidir. WLAN'lar iki yönlü geniş bant veri iletişimi sağlayan, iletim ortamı olarak fiber optik veya bakır kablo yerine radyo frekansı veya kızılötesi ışınları kullanan ve salon, bina veya kampüs gibi sınırlı bir alanda çalışan iletişim ağlarıdır. WLAN sistemleri hareketli kullanıcılar, küçük ve orta ölçekli işletmeler ve bireysel kullanıcılar gibi büyük bir kesime internet ve üyesi oldukları kurumsal ağa mobil olarak bağlanma imkanı sağlamaktadır.

WLAN kullanıcısı, pahalı bir kablolama alt yapısı yerine özünde küçük bir radyo vericisi olan erişim noktası ile iletişim ortamı sağlayabilmekte ve yerel alan ağı oluşturabilmektedir. Temel olarak WLAN sistemi iki ana unsurdan oluşmaktadır; birincisi erişim noktası, ikincisi ise kablosuz cihazlardır. Kablosuz cihazlar genellikle bir dizüstü bilgisayar, kişisel bilgisayar, cep bilgisayarı (PDA) veya kablosuz ağ ünitesi ile donatılmış benzer bir cihaz olabilir. Erişim noktaları ihtiyaca göre bir eve, iş yerine, toplantı salonuna veya bir binaya kurulabilir. Halka açık kullanımı sağlamak üzere ise şehir merkezlerine, büyük alışveriş merkezlerine, hava alanı, tren istasyonu, otobüs terminali veya restoran gibi kamuya açık alanlara da kurulabilir.

4.2 Kablosuz Teknoloji Bileşenleri

WLAN teknolojisi kapsamında; WLAN ağ bileşenleri, IEEE 802.11, 802.11 kimlik doğrulaması, WEP ve IEEE 802.1x konuları yer almaktadır. Kablosuz yerel alan ağı, kablosuz istemci ve erişim noktası olarak adlandırılan bileşenlerden oluşmaktadır. İstemci, kablosuz bir ağ çeviricisi ile donatılan bir hesaplama cihazıdır. Kablosuz bir ağ çeviricisi ile donatılan kişisel bir bilgisayar, kablosuz bir istemci olarak kabul edilebilir. Kablosuz istemciler doğrudan birbirleri ile veya bir erişim noktası boyunca iletişim kurabilirler ve taşınabilirler. Erişim noktası ise, istemciler ve kablolu ağ arasında bir köprü gibi davranan kablosuz ağ bağdaştırıcısı ile donatılmış bir ağ cihazıdır. Taşınabilir değillerdir ve kablolu bir ağı genişletmek için çevresel köprü cihazı gibi davranırlar.

4.3 Kablosuz Ağlar için Güvenlik Bilgileri

Kablosuz ağ teknolojileri kolaylık ve esneklik sağlamasının yanında mevcut ağ için bir takım güvenlik risklerine de sahiptir. Örneğin, kimlik doğrulama ve yetkilendirme mekanizmaları uygulanmazsa, uyumlu kablosuz ağ bağdaştırıcısı olan herhangi bir cihaz ağa erişebilir. Şifreleme olmadan kablosuz veriler düz metin olarak gönderilir, bu yüzden kablosuz erişim noktasından yeterli uzaklıkta bulunan biri kablosuz erişim noktasına gönderilen ve kablosuz erişim noktasından gönderilen tüm verileri algılar ve alır. Aşağıdaki güvenlik mekanizması kablosuz ağlar üzerindeki güvenliği geliştirir:

1. İstemci Güvenlik Duvarı
2. 802.11 Kimlik Doğrulaması
3. 802.11 WEP Şifrelemesi
4. Wi-Fi Korumalı Erişim (WPA)
5. 802.1x Kimlik Doğrulaması

4.3.1 İstemci güvenlik duvarı

İstemci güvenlik duvarı istemci ve sunucuların her birinde çalışır. Çevre ağlardan geçen veya kuruluşun kendi içinden kaynaklanan Truva Atı saldırısı, bağlantı noktası

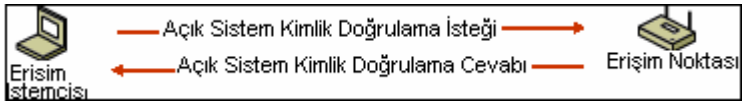
tarama saldırısı veya solucanlar gibi ağ saldırılarına karşı koruma sağlar. Birçok güvenlik duvarı teknolojisi gibi, istemci güvenlik duvarı da durum bilgisi olan bir güvenlik duvarıdır. Bilgisayardan bir isteğe yanıt olarak gönderilmemişse veya izin verilir olarak belirtilmemişse tüm gelen trafiği bırakır. İstemci güvenlik duvarı, bazı ICMP (Internet Denetim İletisi Protokolü) iletileri dışında tüm giden trafiğe izin verir.

4.3.2 802.11 kimlik doğrulaması

Kimlik doğrulamak için IEEE 802.11, açık sistem ve paylaşılan anahtar kimlik doğrulama alt türlerini tanımlar (Bulusu 2003, Pâques 2004).

4.3.2.1 Açık sistem kimlik doğrulaması

Açık sistem kimlik doğrulaması gerçekte kimlik doğrulama sağlamaz; yalnızca kablosuz ağ bağdaştırıcısının MAC adresini kullanarak kablosuz istemci ve kablosuz erişim noktası arasında ileti değişimiyle kimliğin belirlemesini sağlar. Açık sistem kimlik doğrulamasıyla hatta bulunan bir istemci, kimlik tanımlamasını ve bir erişim noktası ile ilişkisini tamamlayabilir. İstemci doğru WEP anahtarına sahip olmadıkça WEP'in kullanımı istemcinin erişim noktasından veri almasına ve veri göndermesine engel olur. Bu kimlik doğrulama yönteminde; kimlik doğrulamayı başlatan kablosuz istemci kendi kimliğini içeren bir IEEE 802.11 kimlik doğrulama yönetim yapısını gönderir. Daha sonra kablosuz erişim noktası, istemcinin kimliğini kontrol eder ve bir kimlik doğrulama yapısını geri gönderir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Açık sistem kimlik doğrulaması

Bazı erişim noktaları ile MAC filtreleme kullanılarak izin verilen kablosuz istemcilerin MAC adresleri yapılandırılabilir. Bir kablosuz ağ kurarken ağa izinsiz erişimleri önlemek için başvurulan en basit yollardan birisi ağa, erişimine izin verilen bilgisayarların MAC adreslerini tanıtmaktır. Bu sayede ağa erişmek isteyen bilgisayarlar bir MAC filtresinden geçecek ve MAC adresi sunucuda tanımlı olmayan bilgisayar ağa erişemeyecektir. MAC filtrelemenin en büyük dezavantajı büyük ağlarda ortaya

çıkmaktadır. Çok sayıda kullanıcısı olan büyük yerel ağlarda çok fazla sayıda bilgisayar olduğundan bütün MAC adreslerini sunucuya kayıt etmek zor bir işlemdir. Ayrıca değişen bir bilgisayar için yeniden tanımlama yapılması ihtiyacı da büyük ağlara oldukça fazla bir yük getirir. Dolayısıyla basit olmasının yanında MAC filtrelemenin güvenli olmadığı söylenebilir.

4.3.2.2 Paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması

Paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması, kablosuz istemcinin paylaşılan gizliliği bildiğini doğrulayarak kimlik doğrulaması sağlar. 802.11 standardında, paylaşılan gizliliğin 802.11'den bağımsız, güvenli bir kanal üzerinden kablosuz erişim noktasına gönderildiği varsayılır. Paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması, tüm kablosuz erişim noktaları ve istemcileri tarafından paylaşılan gizli bir anahtarın değişimini gerektirmesi nedeniyle bilinen metin saldırılarına karşı daha zayıf olduğundan açık sistem kimlik doğrulamasına göre daha az güvenlidir. Ayrıca birden çok kablosuz erişim noktası olan bir kablosuz ağ için paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması kullanılıyorsa bir kablosuz erişim noktasından bir başka kablosuz erişim noktasına gidildiğinde ağ anahtarı tüm kablosuz erişim noktaları tarafından kullanılan paylaşılan anahtarla eşleşmeyeceğinden ağ bağlantısı kaybedilebilir.

Şekil 4.2 Paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması

Şekil 4.2'de görülen paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması aşağıdaki işlemleri kullanır:

- Kimlik doğrulamayı başlatan kablosuz istemci kimlik doğrulama için bir isteği ve bir kimlik bildirimi içeren yapıyı gönderir.
- Kimlik doğrulama yapan kablosuz düğüm bir sınama metni ile kimlik doğrulamayı başlatan kablosuz düğüme cevap gönderir.

- Bir sınama metni ile kimlik doğrulama yapan kablosuz düğüme yanıt veren kimlik doğrulamayı başlatan kablosuz düğüm, WEP ve paylaşılan anahtar kimlik doğrulamasından türetilen bir şifreleme anahtarı kullanarak şifrelenir.
- Eğer istemci yanlış anahtara sahip olursa veya anahtara sahip olmazsa kimlik doğrulama başarısız olur ve istemcinin erişim noktası ile ilişki kurmasına izin verilmez. Kimlik doğrulama yapan kablosuz düğüm kimlik doğrulama sonucunu gönderir.

4.3.3 802.11 WEP şifrelemesi

IEEE 802.11'in kablosuz yerel alan ağ ortamında hızlı gelişimi denenirken, kablosuz ağlar için birçok güvenlik tehdidi de ortaya çıkmıştır. IEEE 802.11 kablosuz LAN standardı, kablosuz istemcilerle kablosuz erişim noktaları arasında gönderilen verileri şifreleyerek verinin gizli kalmasını sağlayan WEP algoritmasına dayanan kimlik denetimi ve şifreleme servisleri tanımlar. Ayyagari ve Fout (2001)'a göre, WEP ile kablolu ağlarda sağlanan seviyede bir güvenlik hedeflenmiştir. Bunun yanında, kablosuz bir LAN'ın gizli dinlenmesinden yetkili kullanıcıları korumak için, şifreleme servislerini ve kablolu bir ortama benzer fiziksel güvenlik özelliklerini destekleyen, şifreleme ve şifre çözme işlemleri için aynı anahtar kullanılan simetrik bir algoritma olan WEP'in IEEE 802.11 çalışma grubu tarafından da kabul edilen pek çok zayıf yönü vardır. WEP'in bu zayıflıkları, saldırganların aktif veya pasif saldırılar düzenlemesine yardımcı olur. Her bir saldırı, frekans bandını dinledikten sonra elde edilen bilgilere göre yapılır.

4.3.4 Wi-Fi korumalı erişim (WPA)

WPA (Wi-Fi Protected Access), Wi-Fi Alliance tarafından geliştirilen yeni bir kablosuz güvenlik teknolojisidir. Wi-Fi korumalı erişim, WEP'de var olan şifreleme zayıflıklarını güçlendirir ve şifreleme anahtarlarını otomatik olarak üretmek ve dağıtmak için bir yöntem sunar. Bu çözüm ayrıca, iletişimde alınıp verilen bilgi paketlerinin saldırganlar tarafından değiştirilememesi için veriler üzerinde bütünlük denetimi de sunar. Wi-Fi korumalı erişim ağdaki her kullanıcının kimliğini doğrular ve bu kullanıcıların aldatıcı ağlara katılmalarını engeller. WPA var olan teknolojileri temel alıp, 802.11i ile ileri doğru ve var olan 802.11 çözümleriyle de geriye doğru uyumluluk

sunarak, WEP ile ilgili zayıflıklara pratik bir çözüm sağlar. WPA, donanım değişikliğine gidilmeden WEP'e göre daha güçlü şifreleme (TKIP-Temporal Key Integrity Protocol-Geçici Anahtar Bütünlüğü Protokolü) ve kimlik doğrulama (802.1x) yapısına sahiptir. WPA'da veri miktarı veya zamana bağlı olarak değişen güvenlik anahtarı kullanılmaktadır. WEP ile kıyaslandığında WPA güvenlik şifresini elde etmek daha zordur ve daha fazla zaman harcamak gerekmektedir.

4.3.5 802.1x kimlik doğrulaması

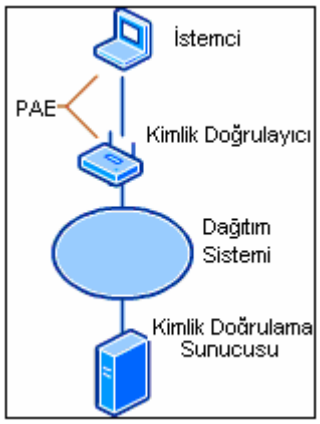
Açık sistem veya paylaşılan anahtar kimlik doğrulaması, statik WEP anahtarları veya MAC kimlik doğrulamasına dayanan geleneksel WLAN güvenlik yöntemleri yeterince güvenli değildir. 802.1x, kablolu ethernet ağlarına ve kablosuz 802.11 ağlarına kimliği doğrulanmış ağ erişimi sağlamak ve port tabanlı ağ erişim kontrolünü gerçekleştirmek için kullanılan bir IEEE standardıdır (IEEE Std 802.1x 2001). Merkezi kimlik doğrulama, dinamik anahtar yönetimi ve hesap oluşturma desteği sağlar. 802.1x standardı, bilgisayar ve ağın birbirlerinin kimliğini doğrulamalarına izin vererek, kablosuz bağlantılar üzerinden veri şifreleme için kullanıcı veya oturum bazında anahtarlar oluşturarak ve anahtarları dinamik olarak değiştirmeye olanak vererek güvenliği geliştirir.

802.1x, port tabanlı ağ erişim denetimini uygular. Bu denetim, LAN bağlantı noktasına bağlanmış bilgisayarın kimliğini doğrulamak ve kimlik doğrulama işlemi başarısız olduğunda ilgili bağlantı noktasına erişimi engellemek için anahtarlı LAN altyapısının fiziksel özelliklerini kullanır. Port tabanlı ağ erişim denetimi etkileşimi sırasında, LAN bağlantı noktası kimlik doğrulayıcı veya istemci rollerinden birini üstlenir. LAN bağlantı noktası kimlik doğrulayıcı rolünü üstlendiğinde, kullanıcıların bu bağlantı noktası üzerinden erişilebilen hizmetlere erişmelerine izin vermeden önce kimlik doğrulaması yapılmasını gerektirir. LAN bağlantı noktası istemci rolünü üstlendiğinde, kimlik doğrulayıcısının bağlantı noktası üzerinden erişilebilen hizmetlere erişimini gerektirir. Ayrı bir varlık olabileceği gibi kimlik doğrulayıcı ile aynı yerde de bulunabilen kimlik doğrulama sunucusu, kimlik doğrulayıcısının adına istemcinin kimlik bilgilerini denetler. Böylece kimlik doğrulama sunucusu, kimlik doğrulayıcısına istemcinin kimlik doğrulayıcısının hizmetlerine erişmek için yetkili olup olmadığını belirten bir yanıt verir.

Kimlik doğrulayıcısının port tabanlı ağ erişim denetimi, bir fiziksel LAN bağlantı noktası üzerinden LAN'a giden iki mantıksal veri yolu tanımlar. İlk veri yolu olan denetlenmeyen bağlantı noktası, kimlik doğrulayıcısı ve LAN'da bulunan bilgisayar aygıtları arasında aygıtın kimlik doğrulama durumuna bakmadan veri geçişine izin verir. Bu, EAPoL iletilerinin alacağı yoldur. İkinci veri yolu olan denetlenmiş bağlantı noktası, kimliği doğrulanmış bir LAN kullanıcısıyla kimlik doğrulayıcısı arasında veri geçişine izin verir. Bu, bilgisayar aygıtının kimliği doğrulandıktan sonra, diğer tüm ağ trafiğinin geçeceği yoldur.

4.4 802.11 Ağlarında 802.1x'in Çalışma Prensibi

IEEE 802.1x standardı için port tabanlı ağ erişim kontrolünde bir LAN portuna iliştirilen kimlik doğrulama cihazları için anahtarlanan LAN altyapısının fiziksel karakteristikleri kullanılır. Kimlik doğrulama işlemi başarısız ise porta erişim engellenebilir. Kablolu ethernet ağları içinde kullanılmasının yanında bu standart, 802.11 kablosuz LAN'lara da uyarlanmıştır. Şekil 4.3'de kablosuz LAN için IEEE 802.1x standardının kapsadığı Kimlik Doğrulayıcı, İstemci, Kimlik Doğrulama Sunucusu ve Port Erişim Elemanı gibi kimlik doğrulama bileşenleri görülmektedir (Fout and Barkley 2001).



Şekil 4.3 IEEE 802.1x kimlik doğrulama bileşenleri

Kimlik Doğrulayıcı: LAN servislerine erişilebilir bir port aracılığıyla erişim izni verilmeden önce onun kontrollü portuna iliştirilen bir cihazın kimlik tanımlamasını

yapmaya zorlamakla sorumludur. Kablosuz bağlantılar için kimlik doğrulayıcı, kablosuz erişim noktası üzerindeki bir lojik LAN portudur. Bu port sayesinde altyapı modundaki kablosuz istemciler, diğer kablosuz istemci ve kablolu ağlara erişim hakkı kazanırlar.

İstemci: Bir kimlik belirleyici portu aracılığıyla kullanılabilir servislere isteklerin erişimini yapan kablosuz LAN ağ bağdaştırıcısı üzerinde bulunan bir lojik LAN portudur. Bu port sayesinde bir kimlik doğrulayıcı ile işbirliği yapılıp daha sonra o kimlik doğrulayıcının kimliği doğrulanarak diğer kablosuz istemci ve kablolu ağlara isteklerin erişimi gerçekleştirilir. İstemci, kimlik doğrulayıcıdan gelen isteğe gönderilecek cevabında kimlik bilgilerini kimlik doğrulayıcıya iletmekle sorumludur.

Kimlik Doğrulama Sunucusu: Uç noktalara sağlanan kimlik tanımlama servislerinin asıl kaynağıdır. Kimlik doğrulayıcı adına istemcinin kimlik bilgilerini kontrol etme işlemini gerçekleştirir ve onun LAN servislerine erişim için yetkilendirilip yetkilendirilmediğini gösterir. Kimlik doğrulama sunucusu için aşağıdaki durumlardan birisi söz konusu olabilir:

- Erişim noktasının bir bileşeni olduğu durumda, erişim noktası bağlantı girişiminde bulunan kablosuz istemcilere ait kullanıcı kimlik bilgileri ile yapılandırılmalıdır. Kablosuz erişim noktaları için genelde bu özellik uygulanmaz.
- Ayrı bir eleman olduğu durumda, erişim noktası kablosuz bağlantı girişiminin bilgilerini ayrı bir sunucuya iletir. Tipik olarak kablosuz erişim noktası bir RADIUS sunucusuna bağlantı girişimi parametrelerini göndermek için RADIUS protokolünü kullanır.

Ağ Erişim Portu: Ağ erişim portu cihazın ağa ilişkilendirilen noktasıdır. Kablosuz istemciler fiziksel ağ bağlantılarına sahip olmadığı için bir kablosuz istemci ve bir erişim noktası arasındaki ilişki bir ağ erişim portu olarak düşünülebilir.

Ağ Erişim Elemanı (PAE): PAE, IEEE 802.1x'i destekleyen bir port ile işbirliği yapan lojik bir elemandır. Erişim kontrol etkileşiminde bulunan, rolleri kimlik tanımlama işlemi içinde olan PAE, istemci, kimlik doğrulayıcı veya her iki role de bürünebilir.

4.5 802.1x ve IAS

Kablosuz ağ bağlantılarında kimlik doğrulamayı, yetkilendirmeyi ve hesap oluşturmayı desteklemek için, IAS ile 802.1x kullanılabilir. IAS, RADIUS ve Proxy sunucusunun Microsoft uygulamasıdır. RADIUS istemcileri olarak yapılandırılan kablosuz erişim noktaları, bağlantı isteklerini ve hesap iletilerini merkezi RADIUS sunucusuna göndermek için RADIUS protokolünü kullanır. RADIUS sunucusu bir kullanıcı hesabı veritabanına yetki verme kurallar kümesine erişir ve kablosuz erişim noktası bağlantı isteklerini işler, ardından bağlantı isteğini kabul eder veya reddeder. RADIUS uygulandığında, kablosuz bir erişim noktası, verilerin geçerli bir kimlik doğrulaması anahtarı olmadan kablolu bir ağa veya başka bir kablosuz istemciye aktarılmasını önler. Geçerli bir kimlik doğrulama anahtarı alma işlemi şu şekilde olur:

1. Kablosuz istemci bir kablosuz erişim noktası aralığına geldiğinde, kablosuz erişim noktası istemciyi sınar.
2. Kablosuz istemci kimliğini kablosuz erişim noktasına gönderir; kablosuz erişim noktası bu bilgiyi RADIUS sunucusuna iletir.
3. RADIUS sunucusu, kablosuz istemcinin kimliğini doğrulamak için istemcinin kimlik bilgilerini ister. Bu isteğin bir parçası olarak, RADIUS sunucusu gereken kimlik bilgileri türünü belirtir.
4. Kablosuz istemci kimlik bilgilerini RADIUS sunucusuna gönderir.
5. RADIUS sunucusu kablosuz istemcinin kimlik bilgilerini doğrular. Kimlik bilgileri geçerliyse, RADIUS sunucusu, kablosuz erişim noktasına şifreli bir kimlik doğrulama anahtarı gönderir.

5. KRİTİK VERİ İÇEREN HASTANE AĞLARINDA GÜVENLİK UYGULAMASI

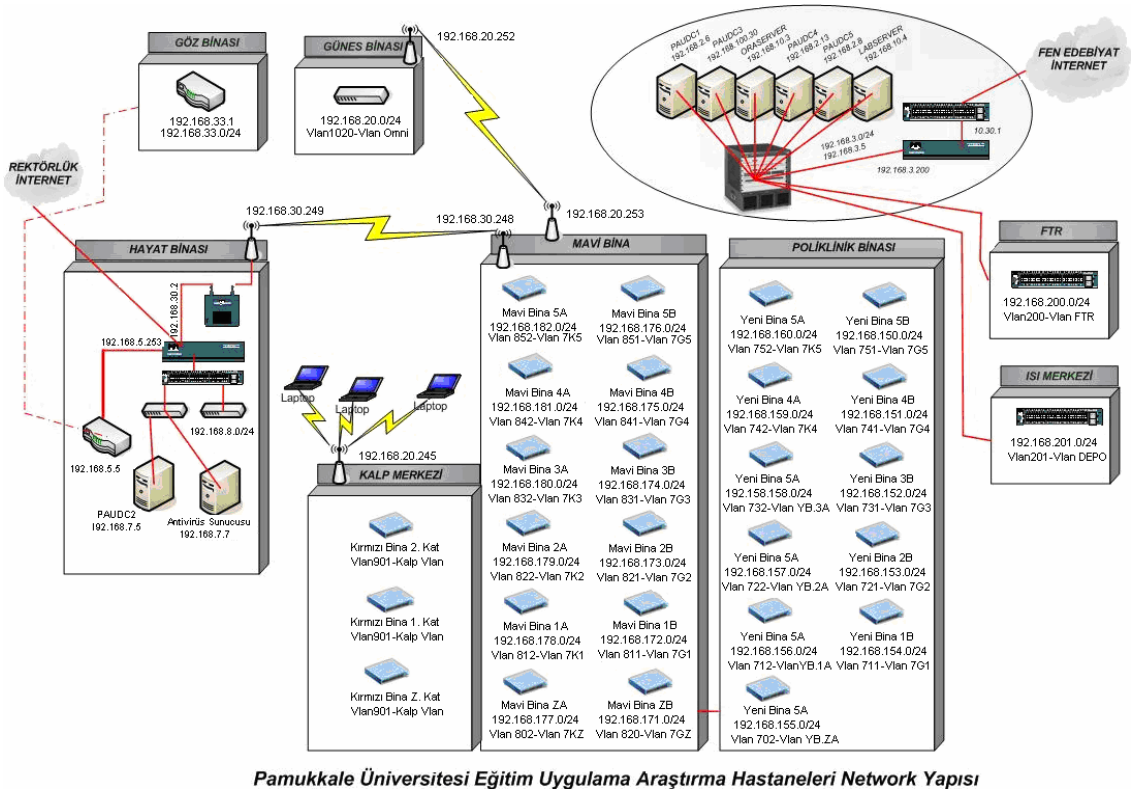
Elektronik ortamlarda yapılan işlem sayısının ve çeşitliliğinin günden güne artış göstermesi, kişisel verilerin korunması ve gizliliğinin sağlanması konusunda yeni önlemler alınması ve düzenlemeler yapılmasını zorunlu hale getirmiştir. Kişisel verilerin işlenmesinin yaygınlaşmasıyla bu verilerin elektronik ortamlarda kullanılması zorunlu hale gelirken, diğer yandan da hakkında veri toplanan kişinin kişilik haklarının korunması gerekli olmaktadır. Bu nedenle; günümüzün gelişen teknolojisi dikkate alındığında kişisel verilerin eskisine oranla daha büyük bir hızda ve oranda gizliliğinin, mahremiyetinin ve bütünlüğünün riske girdiği açıktır. Bu bilgiler ışığında, verileri toplayan ve depolayan kurum ve kişilere büyük sorumluluklar düşmektedir. Bu bilgilerin kaybolmasının önlenmesi, erişimin sadece yetkili kişilere verilmesi, zararlı/zararsız izinsiz erişimlerin mutlaka engellenmesi gerekmektedir.

Hastane ağlarında karşılaşılan bir takım güvenlik problemlerine maruz kalan yüksek risk oranına sahip hastane verilerinin, hastane içinden veya dışından gelebilecek saldırılara karşı korunması için önerilen çözümü anlatmaya geçmeden önce, belirli katlarında demo uygulamaları gerçekleştirilen PAÜ Hastane Ağları'nın uygulama öncesindeki mevcut yapısı tanıtılacak ve karşılaşılan problemlerden bahsedilecektir. Ardından bu problemlerin çözümüne yönelik olarak kullanılacak materyal ve yöntemler anlatılacaktır.

5.1 PAÜ Hastane Ağları'nın Uygulama Öncesindeki Mevcut Yapısı

PAÜ Hastaneleri, Denizli ili içerisinde dağınık bir yerleşime sahip olmasıyla birlikte Hastane ana yerleşkesi üniversite kampüsü içerisinde yer almaktadır. Hastaneye ait

yerleşim alanları; Kınıklı Kampüsü, Bayramyeri Hayat Hastanesi, Bayramyeri Göz Merkezi, Kınıklı Güneş Binası, Kınıklı Fizik Tedavi Merkezi ve Kınıklı Ana Deposu şeklindedir. Sahip olduğu bu dağınık yapısı nedeniyle sistem, ağ alt yapısı olarak LAN uygulamalarıyla birlikte MAN (Metropolitan Area Network) ağ uygulamalarını da bünyesinde barındırmaktadır (Şekil 5.1). Bu özelliği ile bir kampüs ağı niteliğindedir.



Şekil 5.1 PAÜ Hastane Ağları'nın uygulama öncesindeki mevcut yapısı

Üniversite Hastaneleri LAN yapısında; yapısal kablolama anlamında katlara kadar çok modlu fiber optik kablo, kat içlerinde CAT6 UTP kablo kullanılmıştır. Aktif ürün olarak katlarda 3Com 4400 (Bkz. Ek-2) L2-L4, omurgada 3Com 7700-8R (Bkz. Ek-2) switchler kullanılarak; servis önceliklendirmesi anlamında HIS'te kullanılan ORACLE ve SQL veritabanlarına erişimin öncelikli hale getirilmesi, belirli servislerin kullanım yoğunluğuna göre bant genişliğinin arttırılması ya da azaltılmasının gerçekleştirilmesiyle de verinin en kısa iletim zamanında taşınması sağlanmıştır. Ayrıca ağ içindeki broadcast domainlerinin sayısını arttırmak ve mevcut broadcast domain'lerini parçalara ayırmak için statik VLAN uygulamasına gidilerek kat bazında ikişer adet olmak üzere VLAN'lar yaratılmıştır.

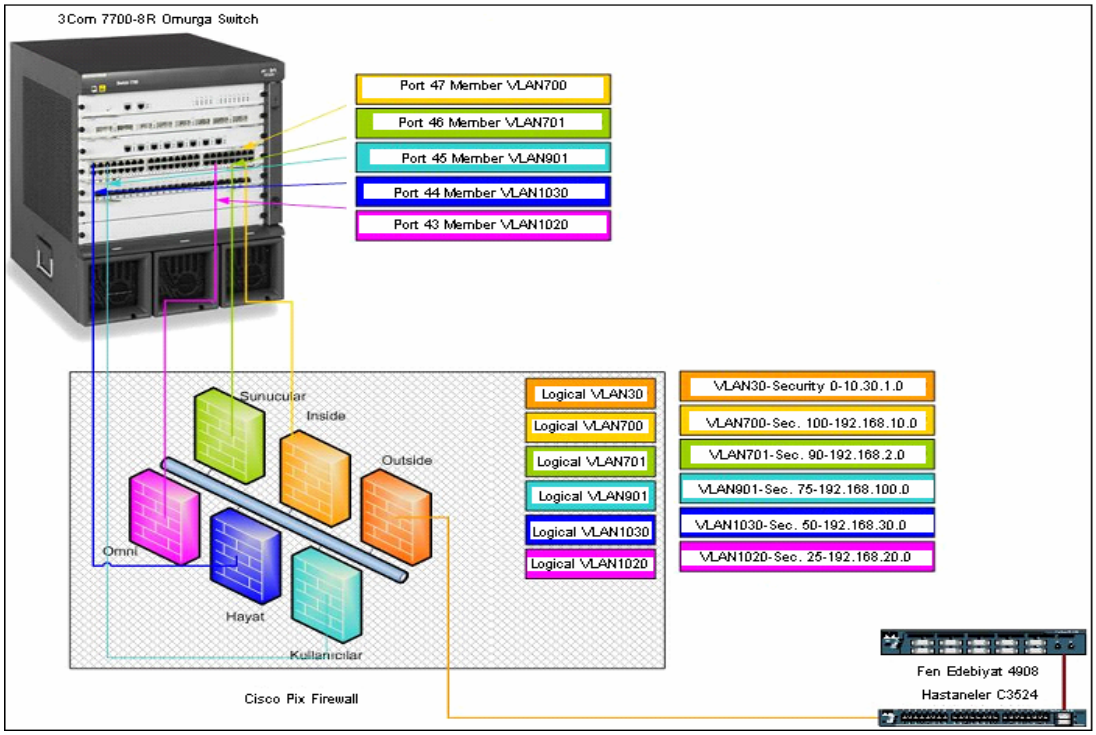
Hastane ağı içerisinde yer alan sunucular; ORACLE (192.168.10.3), SQL (192.168.10.4) Veritabanı Sunucuları (HIS, LIS-Laboratory Information Sytstem), Active Directory Domain Sunucuları, Proxy Sunucusu, Web Filter Sunucusu, DNS, DHCP Sunucuları (192.168.2.6), Merkezi Antivirus Sunucusu (192.168.150.217), Windows Güncelleme Servis Sunucusu ve Dosya Sunucusudur (192.168.100.30).

Sunucu işletim sistemleri olarak; domain sunucuları için Windows Server 2003 Enterprise Edition, veritabanı sunucuları için Windows Server 2000 Advanced Edition, Proxy için Mandrake Linux kullanılmaktadır. İş istasyonlarında ise işletim sistemi olarak; HIS ve LIS uygulamalarını kullananlar için Windows 2000 Professional Edition, diğerleri için Windows XP Professional Edition tercih edilmiştir. İşletim sistemlerine ait güncellemeler Windows güncelleme servis sunucusu üzerinden grup ilkeleri ile gerçekleştirilmektedir. Merkezi antivirüs yazılımı ile de tüm iş istasyonlarının tek bir noktadan antivirüs güncellemeleri ve virüs tarama vb. işlemleri yapılmaktadır. Hastane içerisinde çalışan sayısı yaklaşık olarak 900 kişi olup, aktif olarak veritabanını kullanan personel sayısı 750, işi gereği olsun ya da olmasın sistemde tanımlı olan hesap sayısı ise 800'dür. Hastane içinde HIS, LIS ve diğer işler için kullanılan iş istasyonu sayısı da 600'dür.

Hastane ağı kapsamında ana yerleşkede veritabanı sunucu uygulamalarının hizmete girmesiyle beraber gerek hastalara ait gizli ya da özel bilgiler gerekse mali bilgiler gibi risk oranı yüksek verilerin güvenliğinin sağlanması için Hastane ile Üniversite ağı arasına güvenlik duvarı yerleştirilmiştir. Çalışmada önerilen çözüm için hastane içinden veya dışından oluşabilecek saldırılara karşı veri güvenliğini sağlamak amacıyla sunucular görevlerine göre farklı DeMilitarized Zone-DMZ'lere (Güvenlik Bölgelerine) yerleştirilmiştir. Her bir DMZ için güvenlik seviyeleri ayarlanarak sunucular arasında da güvenlik derecelendirmesi uygulamasına gidilmiştir (Şekil 5.2).

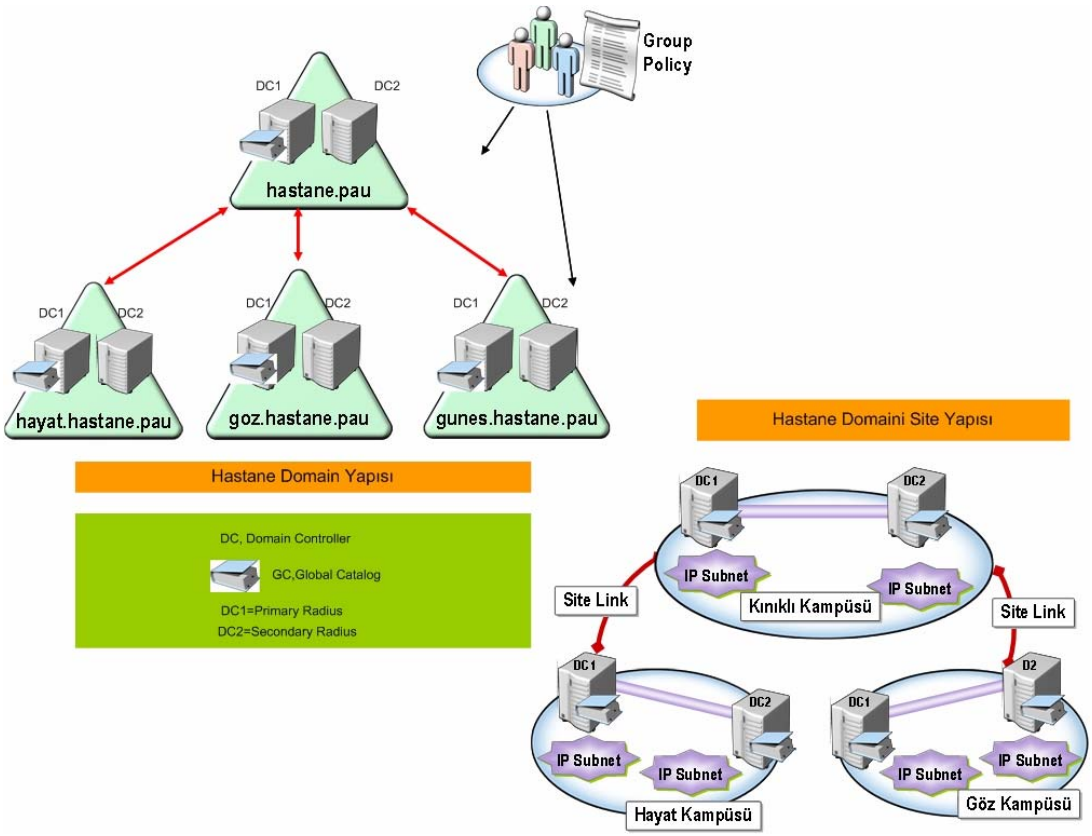
Bu kapsamda; veritabanı sunucuları en yüksek güvenlik bölgesine ("*100*") yerleştirilirken Active Directory Domain sunucuları bir alt seviye DMZ bölgesine ("*80*") yerleştirilerek sadece kullanıcılarla aynı bölgede yer alan sunucu ile "*Replication*" (var olan kayıtların kopyalanması-çoğaltılması) yapması için gerekli olan izinler tanımlanmıştır. Daha düşük bölgelerden erişimlerde sadece SQLNET'in 1521, 1433 nolu portlarına erişim izni verilmiştir. Kullanıcı ve iş istasyonlarının outside (dış

ağ) tarafından sonraki en düşük güvenlik bölgesine yerleştirilmesiyle hastane içinden sunuculara gelebilecek saldırıların da önüne geçilmiştir. Böylece hastane içindeki kullanıcıların ağa yapabilecekleri muhtemel saldırılardan korunmakla beraber hastane içindeki iş istasyonları ve kullanıcılar da outside tarafında yer alan kampüs ortamından korunmuş olurlar.



Şekil 5.2 PAÜ Hastaneleri VLAN tabanlı güvenlik duvarı yapısı

Uygulamada, kullanıcıların etki alanında oturum açması için DMZ dışında yer alan etki alanı sunucularına kimlik doğrulama yaptırması tercih edilmiştir. Active Directory etki alanı içinde yer alan kullanıcı ve bilgisayarların etki alanı içindeki yetkileri grup ilkeleri ile belirlenmiştir. Tüm Hastane birimlerinin organizasyonel birimlere ayrılması ile birime göre farklı grup ilkeleri uygulanabilmiştir. Sistemdeki iş istasyonlarının ve kullanıcıların tek bir noktadan yönetilebilmesi için Active Directory Domain'leri kurularak bölüm ya da görev bazında farklı birimler tanımlanmış, kullanıcı ve bilgisayarlar bu birimlere yerleştirilmiştir. Dağınık bir yerleşime sahip olan hastanenin her yerleşim yeri için şekil 5.3'de görüldüğü gibi Child (Alt) Domain'ler kurularak tek bir Forest (orman) yapısı içerisinde Domain Tree'ler (etki alanı ağaçları) oluşturulmuştur. Active Directory Domain yapısı sayesinde birimler için ayrı ayrı grup ilkeleri oluşturularak birime özgü haklar ve kurallar belirlenmiştir.



Şekil 5.3 PAÜ Hastaneleri Active Directory Domain yapısı

PAÜ Hastaneleri Hasta Bilgi Sistemi (HIS) içerisinde, sistemin tümünde iş istasyonları olarak masaüstü bilgisayarlar kullanılmaktadır. Hastane otomasyonu amacıyla kullanılan bilgisayarlara internet erişimi verilmezken, öğretim üyelerinin bilgisayarlarına hastane otomasyonuna erişimin yanında internet erişimi de sağlanmıştır. Tüm bilgisayarlar virüslere karşı korumak amacıyla merkezi antivirüs sistemi ile virüs kontrolünden geçirilmektedir. Virüs sisteminin sağlıklı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için bilgisayarların Active Directory etki alanı içerisinde olmaları yönetim kolaylığı anlamında bir gerekliliktir. Ayrıca hastane ağında masaüstü bilgisayarların aksine, hastane ağına ait taşınabilir bilgisayarların gerek hastane otomasyonuna gerekse internete erişim izinleri, karşılaşılan güvenlik problemleri nedeniyle verilmemiştir.

Dağınık bir yerleşime sahip olan PAÜ Hastanelerinin karşılaşılan bir takım problemler nedeniyle güvenli ve etkin bir şekilde kullanılmadığı ve risk oranı yüksek verilerin LAN'da güvenlik tehditleri ile karşı karşıya kaldığı gözlenmiştir. Aşağıdaki maddelerde mevcut sistemde yaşanan sorunlardan bahsedilmiştir.

- Ağ yapısı genişledikçe ve yeni switchler eklendikçe yapılandırma sırasında istemeyerek de olsa portların yanlış VLAN'lara üye edilmesi,
- Statik VLAN yapılandırma işlemlerinin uzun zaman alması, büyük dikkat istemesi ve bunun kullanılmakta olan Statik VLAN yapılandırması uygulanabilirliğini zorlaştırması,
- Gerek hastane personeli, gerek hasta yakını ve gerekse ilaç firması temsilcilerinin herhangi bir şekilde ağa kişisel bilgisayarları ile erişiminin kontrol ve denetiminin sağlanamaması,
- Hastane içinde kullanılan bilgisayarlara her türlü yeni gelişmenin kolay uygulanabilmesine karşılık, etki alanına üye olmayan bilgisayarlara yeni gelişmelerin tek bir noktadan ve kısa zamanda uygulanmasında sorunlarla karşılaşılması,
- Hastane içinde herhangi bir kişinin kablolu ya da kablosuz bağlantı ile herhangi bir veri bağlantısının olduğu noktadan çok kolay bir şekilde kullanıcı bilgisayarlarına ve güvenlik duvarı üzerinden izin verilen portlardan da sunuculara erişebilmesi,
- Hastane içinde çalışmakta olan kullanıcıların ağa erişimlerinde zamanlama sınırlamasının yapılamaması,
- Hastane çalışanlarının kendi çalışma saatlerine bağlı olarak sisteme erişebilecekleri saatlerin kısıtlanamaması,
- İnternet erişimi olmayan kullanıcılara öğle saatlerinde ve mesai sonrasında internet erişimi verilmesi isteği,
- Herhangi bir şekilde işten ayrılmış ya da istenmeyen kullanıcıların ağa erişimlerinin yerel olarak engellenememesi.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında, karşılaşılan problemlerin çözümüne yönelik olarak kullanılacak otomatik VLAN yapılandırması ve kimlik doğrulama işleminin gerektirdiği işlemler ile kablosuz ağ tasarımı tarafında yapılacaklar detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Otomatik VLAN yapılandırması ve kimlik doğrulama işlemlerinin gerektirdiği maddeler aşağıdaki yedi ana başlık altında incelenmiştir.

1. Active Directory Yapılandırması
2. IAS Yapılandırması

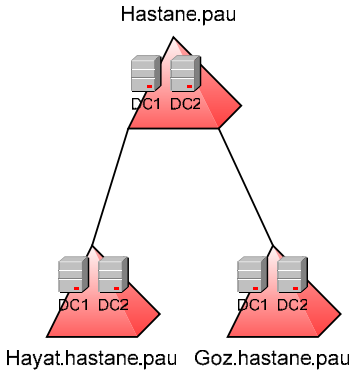
3. Kenar switch olarak adlandırılan switchlerin kimlik doğrulama switchi olarak yapılandırılması
4. Otomatik VLAN için omurga ve kenar switchlerin yapılandırılması
5. İş istasyonlarının PEAP MS-CHAPv2 için yapılandırılması
6. Sertifika sunucusunun yapılandırılması
7. Erişim kurallarının yazılması

5.2 Active Directory Yapılandırması

Active Directory; kullanıcı, bilgisayar ve ağ kaynakları hakkında bilgilerin saklandığı Windows 2003 ve Windows 2000 Server ile birlikte gelen dağınık dizin hizmetlerinin bir entegrasyonu olup etki alanı içerisindeki kaynaklar ve bu kaynaklara erişim bilgilerinin saklandığı ve erişim denetiminin yapıldığı bir hizmetler bütünüdür. Ağ kaynakları yönetiminin merkezileştirilmesi, kaynak yönetiminin ilgili kullanıcılara yetki vererek merkezi yönetimin yetkilerinin dağıtılması, nesnelerin güvenli olarak mantıksal yapıda saklanması ve ağ trafiğinin en iyi şekilde kullanılması Active Directory'nin temel fonksiyonlarıdır. Active Directory ayrıca ağ üzerinde yer alan kaynaklara ilişkin tutarlı ad, açıklama, yer, erişim ve güvenlik bilgilerini de sağlar. Otomatik VLAN ve kimlik doğrulama işlemlerinin gerçekleşmesi için bu çalışmada da kullanılan dört aşamalı bir Active Directory yapılandırmasına ihtiyaç vardır:

5.2.1 Active Directory domain yapılandırması

Mevcut yapıda Üniversite Hastaneleri domain yapısı tek bir forest yapısı (*hastane.pau*) şeklinde ve hastaneye ait her bir yerleşim yeri aynı forest içerisinde var olan *hastane.pau* etki alanına Child Domain olarak tasarlanmıştır (Şekil 5.3 ve Şekil 5.4). Burada bulunan kullanıcıların kimlik doğrulama işlemlerini ana yerleşkede bulunan etki alanı denetleyicilerine yaptırmamak suretiyle ve aradaki düşük bant genişliğinin sadece hasta verileri için kullanılmasıyla, uygulamada aynı zamanda etki alanına girmeye çalışan kullanıcıların uzun süre beklemelerini engellenme amacı güdülmüştür. Active Directory Domain yapılandırması işlemi kapsamında mevcut sistemde var olan Windows 2000 etki alanı denetleyicileri Windows 2003 olacak şekilde güncellenmiştir.

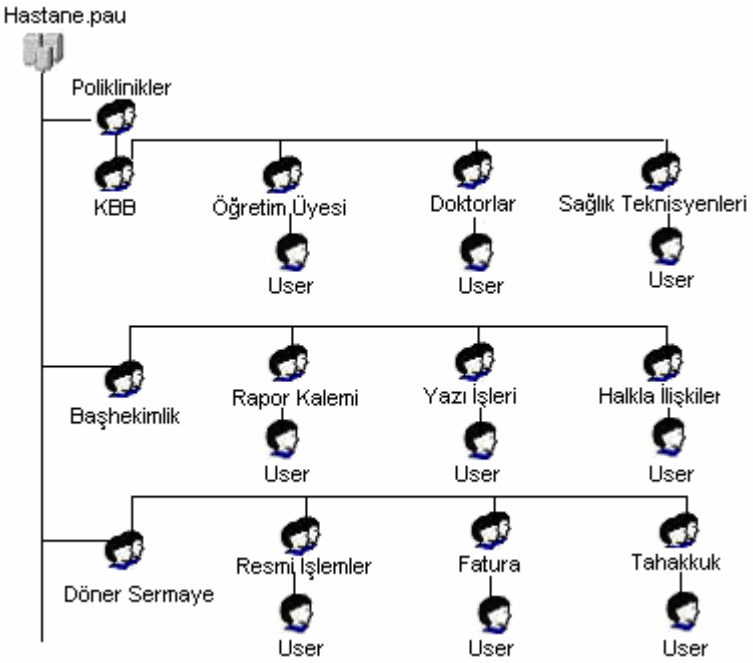


Şekil 5.4 Active Directory Domain yapısından bir kesit

5.2.2 Otomatik VLAN yapılandırması için Active Directory grup tasarımı

Otomatik VLAN yapılandırması, statik VLAN yapılandırmasının aksine farklı fiziksel noktalarda bulunan kullanıcı ve bilgisayarların ağ kaynaklarının mantıksal olarak üye oldukları gruplara göre gruplandırılmasını sağlar. Hastane içinde farklı katlarda bulunan kullanıcı, bilgisayar ve kaynakların aynı Windows grubuna üye edilmesiyle aynı VLAN içinde dolayısıyla aynı ağ grubunda yer almaları sağlanır. Örneğin hastane içindeki "Merkez Laboratuarı" 5. katta iken "Kan Alma Merkezi" 1. kattadır ve bu iki birimin aynı Windows grubuna üye edilmesi ile birimlerin aynı VLAN içinde yer almaları sağlanmıştır.

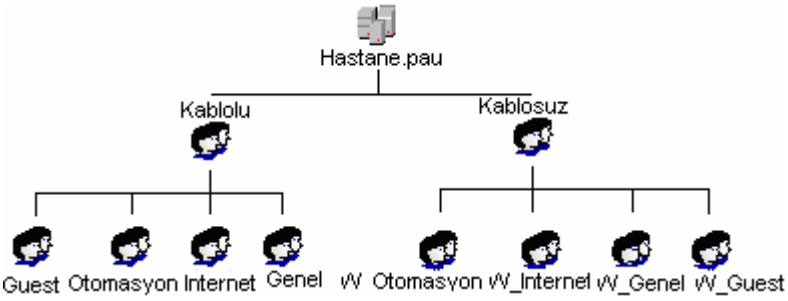
Hastane içinde grup tanımlamaları yapılırken otomatik VLAN uygulaması için birimlere göre gruplandırma baz alınmıştır. Örneğin Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'ne bağlı "Resmi İşlemler" ile yine aynı müdürlük içindeki "Fatura Servisi" aynı birimde olmasına rağmen farklı gruplara, dolayısıyla farklı VLAN'lara üye edilmesi hedeflenmiştir (Şekil 5.5). Bunun için hastane içinde var olan birim ve birime ait alt birimlerin her biri için Genel Güvenlik Grupları (Security Global Group) oluşturulmuş, bu birimlerde çalışan kişiler de ilgili Genel Güvenlik Gruplarına üye edilmiştir. Bu sayede otomatik VLAN yapılandırması için Active Directory grup tasarımları tamamlanmıştır.



Şekil 5.5 Otomatik VLAN yapılandırması için Active Directory grup yapısı

5.2.3 Merkezi denetim için Active Directory gruplarının tasarımı

Hastane içinde gerek hasta, gerekse çalışan ve ziyaretçi sayılarının çok olmasından dolayı ağa erişimin kontrol altına alınması için sistemde tanımlı olmayan kullanıcıların ağdaki herhangi bir kaynağa erişiminin engellenmesi ve erişime izni olan kullanıcıların da yetkilerine göre ağ içinde hareket etmelerinin sağlanması gerekmektedir. Yapılan uygulamada hastane içinde yer alan kullanıcılar, sadece otomasyon kullananlar (*Otomasyon*), sadece internet kullananlar (*Internet*), hem internet hem de otomasyon kullananlar (*Genel*), ağa hiçbir şekilde kimlik doğrulama yaptırmayanlar (*Guest-Konuk*) şeklinde farklı Genel Gruplara (Universal Group) ayrılmıştır (Şekil 5.6).



Şekil 5.6 Hastane ağına erişimin denetlenmesi için oluşturulan genel gruplar

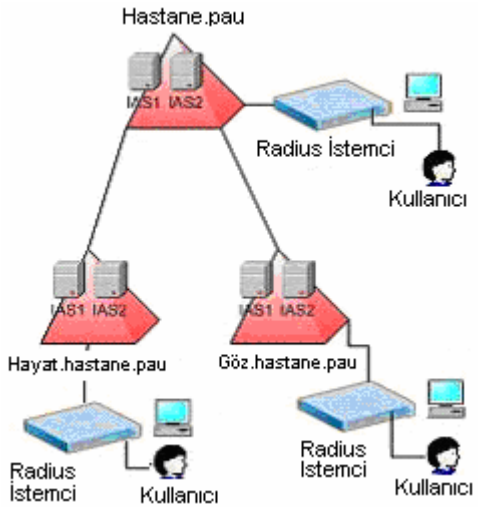
Bu gruplar “sadece otomasyon kullanıp tam zamanlı olarak erişebilenler”, “sadece otomasyon kullanıp sadece mesai saatleri içinde erişebilenler” ya da “sadece otomasyon kullanıp sadece mesai saatleri dışında erişebilenler” şeklinde detaylara ayrılabilir. Otomatik VLAN yapılandırması için oluşturulan Genel Güvenlik Grupları, yetkilerine göre ilgili genel gruplara üye edilerek ilgili haklardan yararlandırılabilir.

5.2.4 Kullanıcı hesapları için uzak erişim izinlerinin düzenlenmesi

Etki alanı içerisinde yer alan kullanıcılar için verilebilecek olan Uzak Erişim İzinleri (Remote Access Permission); “*Allow Access*”, “*Deny Access*”, “*Control Access Through Remote Access Policy*” şeklindedir ve bu seçenekler kullanıcının yetkilendirilmesi için kullanılır. Hastane etki alanı Windows 2003 seviyesine yükseltildiği için “*Control Access Through Remote Access Policy*” seçeneği seçilerek kullanıcıların yetkilendirme işlemlerinin politikalarla belirlenmesi yöntemi tercih edilmiştir.

5.3 IAS Yapılandırması

Hastane ağındaki tüm etki alanlarında birden fazla etki alanı denetleyicisi olmasından dolayı IAS, etki alanı denetleyicileri üzerine kurulmuştur (Şekil 5.7).



Şekil 5.7 Hastane ağının IAS yapılandırmasından bir kesit

Her etki alanı kendi IAS sunucusunu kendi içinde barındırmakta olup, her bir etki alanı için kimlik doğrulama ve hesap oluşturma işlemleri bu sunucular üzerinden geçekleştirilmektedir. Böylelikle ayrı etki alanlarının bulunduğu uzak noktalar arasında ekstra RADIUS trafiğinin oluşumu engellenmiştir. Etki alanı içinde IAS sunucuları kurulurken her bir etki alanında Birincil (Primary) ve İkincil (Secondary) olmak üzere ikişer adet RADIUS sunucusu oluşturulmuştur. Bu sayede tek bir IAS sunucusunun kimlik doğrulama, yetkilendirme ve hesap oluşturma işlemlerinde tek hata noktası olması önlenir ve hataya dayanıklılık sağlanmış olur. Sunuculardan birinin birincil diğerinin ise yedek olarak kullanılmasıyla aynı zamanda çok miktardaki kimlik doğrulama ve hesap isteklerinin yükü dengelenir. Uygulamada gerçekleştirilen IAS yapılandırma işlemi aşağıda belirtilen üç aşamadan oluşmaktadır:

5.3.1 Birincil ve ikincil IAS sunucu yapılandırması

IAS Sunucuları *native mod* (yerel mod) etki alanı içinde yer aldıklarında gruplar üzerinden uzak erişim denetiminde büyük kolaylık sağlanmış olur. Oluşturulacak bir genel gruba etki alanı dışından kullanıcılar üye edilerek ilgili grup için yazılan uzak erişim politikasının farklı etki alanındaki kullanıcıları da kapsaması sağlanabilir. Ayrıca kullanıcı hesabına özel, statik yönlendirme tanımlaması yapılmasını da sağlamaktadır. IAS'in, Active Directory'de saklanan kullanıcı hesapları dial-in özelliklerine erişebilmesi için RAS (Remote Access Server - Uzak Erişim Sunucusu) ve IAS Sunucu Güvenlik Grubu'na üye olması gerekmektedir. Birincil IAS sunucusu, etki alanı içerisinde yer alan hesap bilgilerine erişebilmelidir (uygulamada kullanılan birincil IAS sunucusunun IP adresi: 192.168.2.6 ve ikincil IAS sunucusunun IP adresi: 192.168.100.30'dur). IAS'ın etki alanı içinde yer alan herhangi bir etki alanı denetleyicisi üzerine kurulması durumunda hesap bilgilerine doğrudan erişimi sağlanmış olur. IAS'in, etki alanı denetleyicisi olmayan başka bir sunucu üzerine kurulması durumunda hesap bilgilerine erişmek için IAS sunucusuna domain yöneticisi haklarına sahip bir hesapla oturum açılmalıdır. IAS diğer etki alanlarındaki kullanıcılar için kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemi gerçekleştirecekse, IAS'ın bulunduğu etki alanı ile kullanıcıların bulunduğu etki alanları arasında çift yönlü güven ilişkisi kurulmuş olmalıdır. IAS'ın yine kendi etki alanı dışındaki kullanıcı hesap bilgilerine erişebilmesi için ilgili etki alanı içerisindeki *RAS ve IAS Sunucuları* grubuna üye

edilmesi gerekir (Şekil 5.8). İkincil IAS sunucusu yapılandırması da birincil IAS sunucu yapılandırması ile aynıdır.

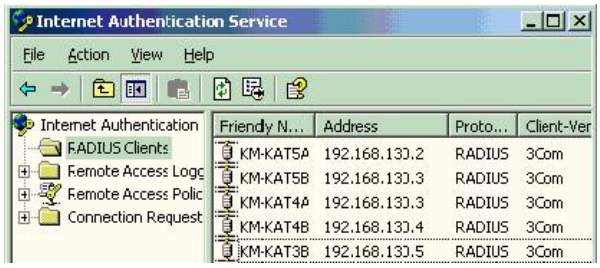
Şekil 5.8 IAS'in Active Directory'e tanıtılması

5.3.2 IAS port yapılandırması

RADIUS, kimlik doğrulama için UDP 1812 ve 1645 nolu portları kullanırken Accounting için UDP 1813 ve 1646'nolu portları kullanmaktadır. IAS sunucularının güvenlik duvarının DMZ güvenli bölgelerinde yer alması durumunda, kullanıcıların kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemlerinin gerçekleşebilmesi için DMZ güvenli bölgelerinde 1812, 1645 ve 1813, 1646 portlarından IAS sunusuna erişim izninin verilmesi gerekir.

5.3.3 Kat switchlerinin IAS'a RADIUS istemci olarak eklenmesi

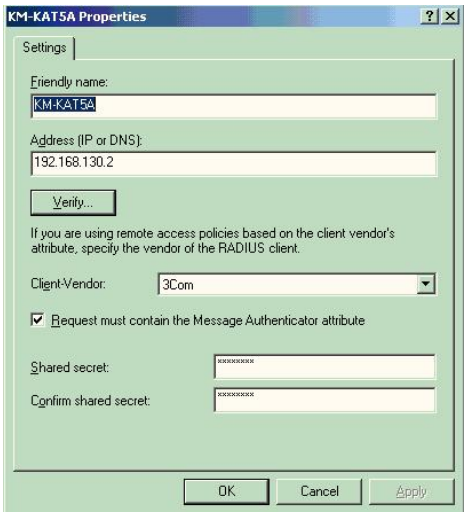
Hastane ağı içinde yer alan switch gibi aktif ürünleri yönetim portu, varsayılan olarak VLAN1 içinde yer almaktadır. Şekil 5.9'da görüldüğü gibi yönetim VLAN'ında 192.168.130.0/24 IP bloğu kullanılmış ve statik olarak tüm aktif ürünlere bu IP bloğundan IP adresi verilmiştir.



Şekil 5.9 RADIUS istemcilerin eklenmesi

RADIUS istemci ekleme işleminde her katta bulunan aktif cihazlar için ayrı ayrı istemci ekleme işlemi yapılır. İstemci IP adresi, switchin yönetim IP adresidir. Ağda yer

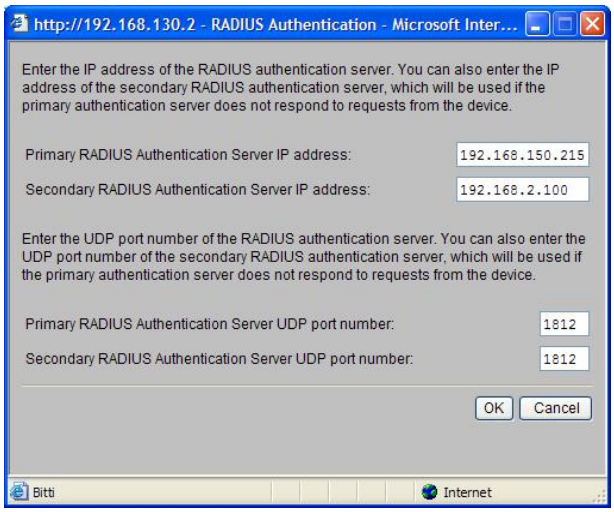
alan kenar switchler için 3Com marka olduğu için "*Client Vendor*" kısmında bu switchlerin hangi sağlayıcı tarafından üretildiği belirtilir. Ayrıca kimlik doğrulama switchi ile IAS arasında birbirinden farklı büyük küçük harf ve rakamların diziliminden meydana gelen ve en az 22 karakterden oluşacak bir Shared Secret (Paylaşımlı Sözcük) belirlenmelidir (Şekil 5.10). Her bir kimlik doğrulama switchi için ayrı Shared Secret belirlenmesi güvenlik anlamında önemlidir. Kimlik doğrulama switchi ile IAS sunucusu arasında RADIUS trafiğinin korunması için IPSec ESP (Encapsulating Security Payload) kullanmalı, mümkünse en az 3DES şifreleme yapılmalıdır.



Şekil 5.10 Shared Secret tanımlaması

5.4 Kenar Switchlerin Kimlik Doğrulama Switchi Olarak Yapılandırılması

Kenar switchlerdeki güvenlik ayarları web ya da telnet üzerinden yapılandırılır. Web ara yüzünde kimlik doğrulama için; Authentication düzenleme menüsünde Birincil ve İkincil RADIUS sunucularına ait IP adresleri ve RADIUS sunucu port bilgileri girilir. Hesap oluşturma için ise; Accounting düzenleme menüsünde Birincil ve İkincil RADIUS sunucularına ait IP adresleri ve RADIUS sunucu port bilgileri girilir (Şekil 5.11). IAS sunucusu ile kimlik doğrulama switchi arasında belirlenen en az 22 karakterlik Shared Secret da bu işlemler yapılırken girilmelidir. Ayrıca switch üzerindeki tüm portlarda, kullanıcıların yetkilendirildiği takdirde erişebilmelerini sağlayacak güvenlik ayarları yapılır. Bunun yanında kullanıcının yetkilendirilmemesi durumunda portun hala etkin olmasını sağlayan ayarlar da yapılmalıdır.



Şekil 5.11 Kenar switchler üzerinde RADIUS sunucularının belirlenmesi

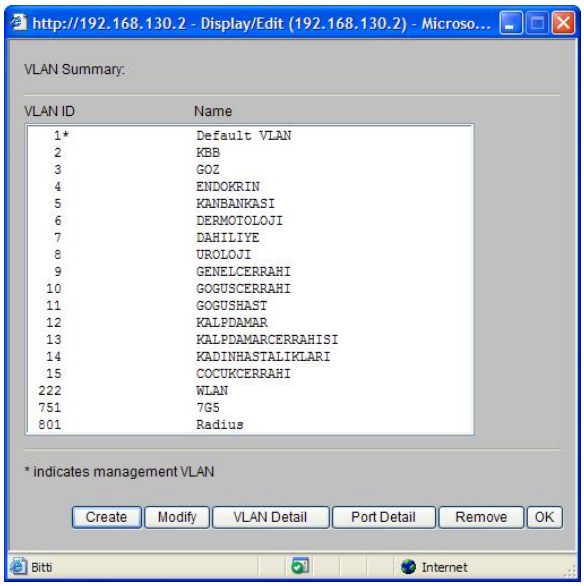
5.5 Otomatik VLAN için Omurga ve Kenar Switchlerin Yapılandırılması

Hastane ağı içerisinde otomatik VLAN yapılandırması için omurga switch üzerinde;

- Öncelikle tüm VLAN'lar tanımlanır.
  - *[SW7700] vlan 2*
  - *[SW7700] vlan 3*
- Daha sonra mantıksal olarak VLAN'lar için VLAN ara yüzleri yaratılır,
  - *[SW7700] interface vlan-interface 2*
  - *[SW7700] interface vlan-interface 3*
- Mantıksal VLAN ara yüzlerine IP adresi atanır.
  - *[SW7700-vlan-interface2] ip address 192.168.2.1 255.255.255.0*
- Omurga switch üzerinde kat switchlerin bağlı olduğu tüm portların iletişim tipi birden fazla VLAN'ı kapsama özelliğinden dolayı "*Trunk*" olarak ayarlanır. Sadece kendi VLAN'ına ait bilgisayarların kendi aralarında iletişimini sağlamak için VLAN'lar oluşturulup switchler birbirine bağlanıyorsa, gelen isteklerin hangi VLAN'a ait bilgisayardan geldiğini ve kiminle irtibata geçeceğini bildiren ve switch'ler arasında bir çeşit köprü görevi gören özel bağlantı kanalları devreye girmektedir. Bu hatlara "Trunk Hatları" denilmektedir. Bu hatlar sayesinde birden fazla VLAN o port üzerinde tanımlanabilir hale gelir ve tüm VLAN'ların ilgili ara yüz üzerinden iletimine izin verilir. Aşağıdaki maddelerde bu tanımlamaların nasıl yapıldığı gösterilmektedir.

- *[SW7700-Ethernet 1/0/1] port link type trunk*
- *[SW7700] interface Ethernet 1/0/1*
- *[SW7700-Ethernet 1/0/1] port trunk permit vlan 2 to 100*

Hastane ağı içerisinde otomatik VLAN yapılandırması için kenar switchler üzerinde, kullanıcıların hastane içindeki herhangi bir odadan ağa bağlantı kurmak istemeleri göz önüne alınarak ağda tanımlı olan VLAN'lar oluşturulur (Şekil 5.12). Trunk hattı üzerinden geçen paketlerin hangi VLAN'a ait olduğunu bildirmek için paketlere etiket eklenmesine *Tagging* (Etiketleme) denir. Tagging yönteminde paketin geldiği switch, paketin VLAN ID'sini (VLAN numarasını) tanıyarak filtre tablosundan pakete ne yapılması gerektiğini bulur. Switch üzerindeki hiçbir port kenar switchlerde oluşturulan VLAN'lara gerek *tagged* (etiketli) gerekse *untagged* (etiketsiz) olarak üye yapılmaz. Bunun yanında kenar switchi omurgaya bağlayan Gigabit port, yönetim VLAN'ına *untagged* olarak üye olurken, diğer VLAN'lara *tagged* olarak üye yapılır.

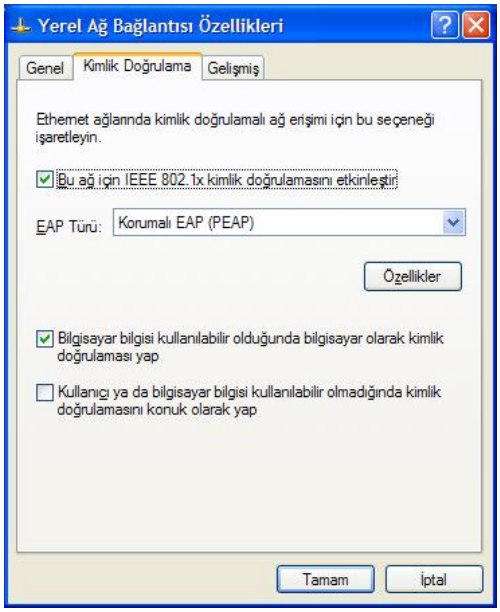


Şekil 5.12 Ağdaki tüm VLAN'ların kenar switch üzerinde tanımlanması

5.6 İş İstasyonlarının PEAP MS-CHAPv2 için Yapılandırılması

Ağ içinde yer alan iş istasyonlarında kullanılan işletim sistemi Windows 2000 Professional, diğer bilgisayarlarda ise Windows XP Professional'dır. Windows Güncelleme Servisi ile tüm bilgisayarların periyodik olarak tek bir noktadan işletim sistemi güncellemeleri gerçekleştirilmektedir. PEAP MS-CHAPv2 özelliğinin

etkinleştirilebilmesi için bilgisayarlar üzerinde, Windows XP SP2, Windows XP SP1 ya da Windows 2000 SP4 olmalıdır. İş istasyonlarının bu özellik için yapılandırılması işlemi Şekil 5.13'de görüldüğü gibi bilgisayarların yerel ağ bağlantıları üzerindeki kimlik doğrulama sekmesinde yapılır.



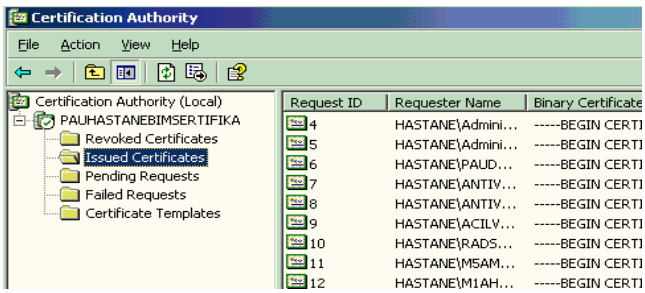
Şekil 5.13 Kullanıcı bilgisayarlarında IEEE 802.1x kimlik doğrulama ayarları

Şekilden de görüldüğü üzere yerel ağ bağlantısı özelliklerinde, IEEE 802.1x kimlik doğrulaması etkinleştirilir ve EAP türü kısmında "Korumalı EAP (PEAP)" seçilerek PEAP özelliklerine ilişkin sunucu sertifikasının doğrulanması kısmında kimlik doğrulama sunucusuna "*radius.hastane.pau*" adı verilir. Kimlik doğrulama yöntemi olarak güvenli parola (EAP-MSCHAPv2) yöntemi seçilmelidir. Varsayılan olarak PEAP-MS-CHAPv2, kimlik doğrulama için Windows oturum açma kimlik bilgilerini kullanır. Kullanıcıların etki alanına bağlanmaları için kullandıkları oturum açma bilgilerinin aynı zamanda kimlik doğrulama bilgisi olarak kullanılması için "*Otomatik olarak Windows oturum açma adımı ve parolamı (varsa etki alanımı) kullan*" seçeneği seçilir. Bu seçeneğin iptal olması durumunda Windows oturum açma bilgileri kimlik doğrulama için kullanılmayacak ve kısa bir süre sonra kullanıcıya kimlik doğrulama bilgisini girmesi istenecektir. Bu durum, kullanıcılar için yapılacak işlem sayısını arttırması ve ağa girecek bilgisayarların mutlaka etki altına alınması durumunu ortadan kaldıracağından istenmeyen bir haldir. Etki alanında olmayan bilgisayarlar da etki alanına alınarak PEAP-MS-CHAPv2'nin yapılandırması grup ilkeleri ile tüm

bilgisayarlara uygulanmıştır. Böylece kullanıcıların tek bir işlemde hem Active Directory etki alanına hem de hastane ağına dahil olması sağlanmıştır.

5.7 Sertifika Sunucusunun Yapılandırılması

PEAP MS-CHAPv2 tipi kimlik doğrulamada, IAS sunucusu üzerindeki bilgisayar sertifikasının ve istemciler tarafındaki IAS sunucusu bilgisayar sertifikasının dağıtımı için *root CA* sertifikalarına ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, hastane ağında IAS'in etki alanı denetleyicisinin üzerine kurulu olması ve hali hazırda sertifika sunucusu etki alanı denetleyicisi üzerinde var olmasından dolayı sertifika sunucusu kurulumu ile ilgili herhangi bir işlem yapılmamıştır. Bunun yanında, etki alanı içinde yer alan bilgisayarların otomatik olarak bilgisayar sertifikalarını kayıt ettirmesi için grup ilkeleri yazılmıştır. Bilgisayar sertifikası için *Otomatik Sertifika İsteği* ayarlama kısmında sertifika şablonları içindeki "*bilgisayar*" sertifikası seçilir. Otomatik kaydetme ayarları bölümünde sertifikaları otomatik kaydetme, süresi biten sertifikaları yenileme, beklemede olan sertifikaları güncelleme ve iptal edilen sertifikaları ortadan kaldırmak için kullanılan sertifikaları güncelleme işlemi seçilerek kullanıcı sertifikasının otomatik olarak yüklenmesi etkinleştirilir (Şekil 5.14).



Şekil 5.14 Sertifika sunucusunun yapılandırılması

5.8 Erişim Kurallarının Yazılması

Kullanıcı hesapları veritabanı olarak Active Directory kullanıldığında gerçekleşen ağ erişimlerindeki kimlik doğrulama ve yetkilendirme işlemleri, Active Directory'deki "*Kullanıcı Hesapları Dial-in*" özellikleri ile IAS'te ayarlanan uzak erişim politikalarına (Remote Access Policy) göre yapılır. Burada Authentication, sadece kimlik doğrulama

işlemi anlamında iken Authorization, ağa bağlanmakta olan kullanıcı ya da cihazın bunu gerçekleştirmeye yetkisinin olup olmadığının denetiminin yapılması işlemi anlamındadır. Uzak erişim politikaları da gerçekleştirilen ağ bağlantısına izin verilip verilmeyeceğinin belirlendiği, içinde birden fazla koşulun belirtildiği sıralı kurallardır. Her bir uzak erişim politikası için bir ya da birden fazla koşulun sağlanması durumunda erişim izni verilip verilmeyeceği ("*Grant*", "*Deny Remote Access Permission*"), şayet izin verilecekse gerçekleşen bu bağlantının içeride hangi özelliklere ya da profile sahip olacağı (hangi VLAN'da yer alacak, oturum süresi vb.) belirlenir.

5.8.1 Uzak erişim politikalarının çalışma şekli

Bir bağlantının yapılması durumunda bu bağlantının kabul edilip edilmeyeceğine aşağıdaki maddelerde sıralanan biçimde karar verilmektedir:

1. Var olan kurallar içindeki ilk kural kontrol edilir. Eğer hiçbir kural tanımlanmamışsa bağlantı reddedilir.
2. Kural içindeki şartların tümü sağlanmazsa, bir sonraki kural kontrol edilir. Eğer başka kural yoksa bağlantı reddedilir.
3. Kurala ait tüm şartların sağlanması durumunda, uzak erişim izinlerine bakılır;
   - *Deny Access* seçilmişse, bağlantı reddedilir.
   - *Allow Access* seçilmişse;
     - Yapılan bağlantının, kullanıcı hesap özellikleri ve profil özellikleri ile uyuşmaması durumunda bağlantı reddedilir.
     - Yapılan bağlantının kullanıcı hesap özellikleri ve profil özellikleri ile uyuşması durumunda bağlantı kabul edilir.
   - *Control Access Through Remote Access Policy* seçilirse, uzak erişim izin ayarlarına bakılır;
     - Deny Remote Access Permission seçilirse, bağlantı reddedilir.
     - Grant Remote Access Permission seçilirse, kullanıcı hesap özellikleri ve profil özellikleri uygulanır. Eğer yapılan bağlantı profil özelliklerine uyarsa bağlantı kabul edilir, aksi durumda ise reddedilir.

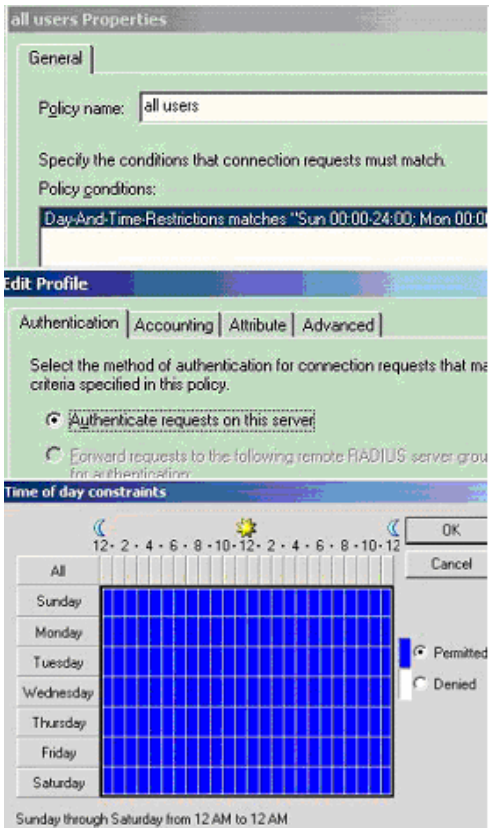
5.8.2 Uzak erişim politikalarının oluşturulmasında izlenen metot

IAS üzerinde yazılan uzak erişim politikaları yukarıdan aşağıya doğru uygulama önceliğine sahiptirler. Bu özellik göz önünde bulundurularak çalışmada, en belirgin ya da dar bir kısmı kapsayan koşullar en üste, geneli kapsayacak kurallar daha alt kısımlara yerleştirilmiştir. Böylelikle yukarıdan aşağı işletme önceliğine göre üstte olan kural ilk işletileceğinden, ilk önce genelin işletilerek daha sonra özele geçilmesi engellenmiştir. Uygulamadan örnek verilecek olursa, Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'ne ait global bir grubun internete erişmesi istenirken, yine Döner Sermaye İşletme Müdürlüğü'ne bağlı Resmi İşlemler global grubunun internete erişememesi istenmektedir. Bu durumda Resmi İşlemler global grubunun internete erişmemesi için oluşturulacak kuralın diğer kurala göre önceliğe sahip olması nedeniyle daha yukarıya yazılması gerekmektedir (Şekil 5.15). Oluşturulan kurallarda; sadece bir kullanıcı için kural oluşturmak yerine güvenlik grubu temeline dayalı kural oluşturup, kullanıcıları ilgili gruba üye yapma yöntemi tercih edilmiştir.

Şekil 5.15 Uzak erişim politikalarının oluşturulmasında izlenen yöntem

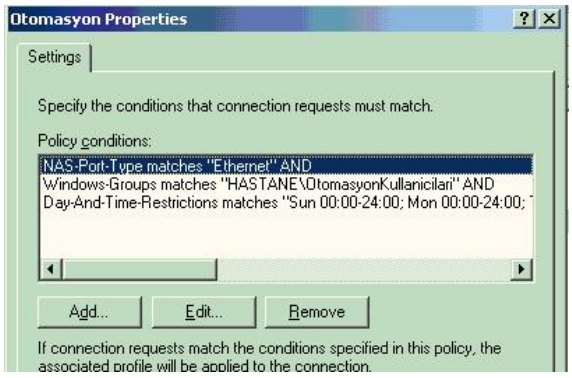
5.8.3 Uzak erişim politikalarının oluşturulması

IAS sunucusu üzerindeki yapılandırma işlemlerinde IAS sunucusu, kimlik doğrulama switchinden gelen kimlik doğrulama isteğini ya kendisi gerçekleştirir (RADIUS Sunucusu) ya da bu isteği bir RADIUS Proxy gibi davranarak başka bir bilgisayara iletir. Kimlik doğrulama işleminin yerel mi yoksa uzaktan mı gerçekleştirileceği bağlantı isteği politikasında varsayılan politika üzerinde belirtilir.



Şekil 5.16 Uzak erişim politikalarının oluşturulması

Uzak erişim kuralları oluşturulmadan önce varsayılan kurallar kaldırılır. Yeni bir uzak erişim kuralı oluşturmak için *Yeni Uzak Erişim Politika Sihirbazı* seçilir (Şekil 5.16 ve Şekil 5.17). Daha sonra sırasıyla kural adı, erişim tipi (örneğin e*thernet*), kuralın etkileyeceği Windows Genel Güvenlik Grubu (örneğin *Fatura_DonerSermaye*) belirlenir. Kimlik doğrulama metodu kısmında PEAP seçilir. Sihirbazın tamamlanmasından sonra ilave bileşenlerin ayarlanması için kural tekrar açılır ve yeni şartlar eklenir (*Day-And-Time-Restrictions*).



Şekil 5.17 Erişim politikasına ait şartların tanımlanması

Bu uygulamada ilgili gruba üye olan kullanıcıların üye olacakları VLAN için *Service-Type*, *Tunnel-Medium-Type*, *Tunnel-Pvt-Group-ID*, *Tunnel-Type* parametreleri aşağıdaki gibi ayarlanmıştır.

- Service-Type: Framed
- Tunnel-Medium-Type: 802
- Tunnel-Pvt-Group-ID: İlgili grubun üye olacağı VLAN numarası
- Tunnel-Type: VLAN

5.8.4 Kullanıcıların üye oldukları gruba göre yetkilerinin belirlenmesi

Uygulamada, tüm kullanıcılar ve birimleri belirlenerek hastane organizasyon şeması çıkartılmış, bu şema içinde hangi birimin hangi VLAN'a üye olacağı belirlenmiştir. Otomatik VLAN yapılandırması sonucu kullanıcı hesaplarının üye olduğu gruba göre belirli VLAN'lara yerleşen kullanıcılar, omurga switch üzerinde yazılan erişim listeleriyle ya otomasyon, ya internet ya da her ikisini birden kullanabilir duruma gelmiştir. İnternet ve otomasyon sistemine erişim yetkisi verilen kullanıcılar için yazılmış olan erişim listesi şu şekildedir:

Hem internet hem de otomasyon sistemini kullanan kablolu ağlar için erişim kontrol listesi
acl name otomasyon_internet advanced
rule 1 permit tcp source 192.168.80.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.2 0.0.0.255 eq 1433
rule 2 permit tcp source 192.168.80.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.3 0.0.0.255 eq 1521
rule 3 permit tcp source 192.168.80.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.4 0.0.0.255 eq 1521
rule 4 permit ip source 192.168.80.0 0.0.0.255 destination 192.168.3.0 0.0.0.255
rule 5 permit tcp source-port eq 4899 destination 192.168.150.0 0.0.0.255
rule 6 permit tcp source-port eq telnet
rule 7 permit tcp destination-port eq telnet
rule 8 deny tcp
rule 9 deny udp
#
Hem internet hem de otomasyon sistemini kullanan kablolu ağlar için VLAN 80 oluşturulması
vlan 80
description otomasyon & internet
VLAN 80 interface oluşturulması
interface Vlan-interface 80
ip address 192.168.80.1 255.255.255.0
dhcp-server 1
Erişim kontrol listesinin Omurga Switch portuna atanması
interface GigabitEthernet2/0/1
port link-type trunk

port trunk permit vlan 70 80 200 201 222 702 711 712 721 722 731 732 741 742 751 752 801 802 811 812 821 822 831 832 841 842 851 852 901 1020 1030
qos
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 1 system-index 1
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 2 system-index 2
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 3 system-index 3
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 4 system-index 4
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 5 system-index 5
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 6 system-index 6
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 7 system-index 7
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 8 system-index 8
packet-filter inbound ip-group otomasyon_internet rule 9 system-index 9

Yazılan bu erişim kuralları ile kablolu ağlarda işlem yapan kullanıcılar için, internete çıkış VLAN'ına (192.168.3.0) ve otomasyon sistemini kullanan veritabanı sunucularına (192.168.10.0) erişim yetkisi verilmiştir. Veritabanı sunucularının yalnızca 1433 ve 1521 numaralı portlarından erişim izni verilmiştir. Otomasyon ve internet uygulamalarının dışındaki uygulamalar ise bu kullanıcılara engellenmiştir. Bir sonraki adımda, hem internet hem de otomasyon sistemini kullanan kablolu ağ kullanıcılarının yerleştirildiği VLAN80 ve bu VLAN'ın ara yüzleri tanımlanmıştır. Port türünün "*Trunk*" olarak seçilmesiyle birden fazla VLAN trafiğinin bu iletim kanalı içinden geçmesi sağlanmıştır. En son adımda da, servis kalitesi faktörü "packet filter - paket filtreleme" özelliği ile tüm kurallara atanmıştır. Yalnızca otomasyon sistemine erişim yetkisi verilen kullanıcılar için yazılmış olan erişim listesi ise şu şekildedir:

Otomasyon sistemini kullanan kablolu ağlar için erişim kontrol listesi
acl name otomasyon advanced
rule 1 permit ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.0 0.0.0.255
rule 2 permit ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.0 0.0.0.255
rule 3 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.7 0.0.0.255
rule 4 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.8 0.0.0.255
rule 5 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.13 0.0.0.255
rule 6 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.7.5 0.0.0.255
rule 7 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.7.7 0.0.0.255
rule 8 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.3 0.0.0.255
rule 9 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.4 0.0.0.255
rule 10 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.7 0.0.0.255
rule 11 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.8 0.0.0.255
rule 12 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.100.30 0.0.0.255
rule 13 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.201.0 0.0.0.255
rule 14 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.200.0 0.0.0.255
rule 15 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.150.0 0.0.0.255
rule 16 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.151.0 0.0.0.255
rule 17 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.152.0 0.0.0.255
rule 18 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.153.0 0.0.0.255

rule 19 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.154.0 0.0.0.255
rule 20 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.155.0 0.0.0.255
rule 21 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.156.0 0.0.0.255
rule 22 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.157.0 0.0.0.255
rule 23 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.158.0 0.0.0.255
rule 24 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.159.0 0.0.0.255
rule 25 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.160.0 0.0.0.255
rule 26 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.161.0 0.0.0.255
rule 27 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.162.0 0.0.0.255
rule 28 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.163.0 0.0.0.255
rule 29 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.164.0 0.0.0.255
rule 30 deny ip source 192.168.70.0 0.0.0.255 destination 192.168.100.0 0.0.3.255
#
Otomasyon sistemini kullanan kablolu ağlar için VLAN 70 oluşturulması
vlan 70
description otomasyon
VLAN 70 interface oluşturulması
interface Vlan-interface70
ip address 192.168.70.1 255.255.255.0
dhcp-server 1
Erişim kontrol listesinin Omurga Switch portuna atanması
interface GigabitEthernet2/0/1
port link-type trunk
port trunk permit vlan 70 200 201 222 702 711 712 721 722 731 732 741 742 751 752 801 802 811 812 821 822 831 832 841 842 851 852 901 1020 1030
qos
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 1 system-index 1
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 2 system-index 2
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 3 system-index 3
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 4 system-index 4
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 5 system-index 5
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 6 system-index 6
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 7 system-index 7
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 8 system-index 8
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 9 system-index 9
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 10 system-index 10
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 11 system-index 11
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 12 system-index 12
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 13 system-index 13
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 14 system-index 14
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 15 system-index 15
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 16 system-index 16
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 17 system-index 17
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 18 system-index 18
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 19 system-index 19
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 20 system-index 20
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 21 system-index 21
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 22 system-index 22
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 23 system-index 23
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 24 system-index 24
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 25 system-index 25
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 26 system-index 26
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 27 system-index 27

packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 28 system-index 28
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 29 system-index 29
packet-filter inbound ip-group otomasyon rule 30 system-index 30

Burada yazılan erişim kuralları, kablolu ağlarda yalnızca otomasyon uygulamalarını kullanan kullanıcılara erişim yetkisi vermektedir. Bu sebeple erişim kurallarında, yalnızca veritabanı sunucularına erişim izni verilmiştir. Otomasyon sistemi uygulamalarının dışındaki uygulamaların tamamı ve diğer VLAN'lara erişim tamamen engellenmiştir. Daha sonraki adımlarda, otomasyon sistemini kullanan kablolu ağ kullanıcılarının yerleştirildiği VLAN70 tanımlanmış, bu VLAN'ın ara yüzleri yaratılmış ve servis kalitesi faktörü paket filtreleme özelliği ile tüm kurallara atanmıştır.

Kenar switchler üzerinde servis kalitesi desteği olmasından dolayı, bir takım trafik yetkilendirme işlemleri kenar switchlerde yapılabilecek olmasına rağmen, bu işlemlerin kenar switchler üzerinde yapılması tercih edilmemiştir. Kenar switchler üzerinde kullanıcıların hangi VLAN'a bağlanacağı sabit olmadığından, herhangi bir servis kalitesi ifadesinin uygulandığı porttan, portu kullanan bütün kullanıcıların etkilenmesi, uygulamanın "merkezden gruba göre değişken yapı" felsefesine ters düşecektir.

5.9 Servis Kalitesi Analizleri

Ses ve görüntü tabanlı çoklu uygulamaların kullanıldığı risk oranı yüksek veri yoğunluğuna sahip hastane ağlarında, servis kalitesi uygulamaları büyük önem taşımaktadır. Bu ağlarda büyük boyutlarda ve fazla miktarlarda veri taşındığı göz önüne alındığında konunun sistem performansını etkilemesi açısından önemi daha da artmaktadır. Farklı trafik türleri arasında servis kalitesi faktörü bünyesinde olan uygulamalarla, sistemde öncelik hakkına sahip olan verilerin daha az önceliğe sahip verilerden önce taşınması işlemi gerçekleştirilmektedir.

Servis kalitesi analizleri kapsamında; önceliklendirme konusunda yapılan çalışmada veritabanı sunucuları ve PACS, DICOM gibi tıbbi cihazlar en yüksek önceliğe sahip güvenlik bölgesine (1.seviye öncelik bölgesi) yerleştirilirken, Active Directory domain sunucuları ile internet hizmetleri bir alt seviye güvenlik bölgesine (2.seviye öncelik

bölgesi) yerleştirilmiştir. Kullanıcı ve iş istasyonları tarafında, ağa yapılabilecek muhtemel saldırıları engellemek için 3.seviye önceliklendirme yoluna gidilmiştir. Böylece sistemdeki veri trafiği akışı düzenlenerek performans artırımı öngörülmüş, güvenlik derecelendirmesi ile de risk oranı yüksek verilerin hastane içinden veya dışından oluşabilecek saldırılara karşı güvenliği temin edilmiştir.

Uygulamada, sistem performansının artırılması için rol tabanlı yetkilendirme kullanılarak servis kalitesi faktörünün de etkin bir şekilde gerçeklenmesi sağlanmıştır. Bu amaçla; Active Directory etki alanı içinde yer alan kullanıcı ve bilgisayarların etki alanı içindeki yetkileri grup ilkeleri ile belirlenmiş, tüm hastane birimlerinin organizasyonel gruplara ayrılması ile de birime göre farklı grup ilkeleri uygulanabilmiştir. Hastanenin farklı katlarında bulunan kullanıcı, bilgisayar ve kaynakların aynı gruplara üye edilmesiyle aynı VLAN içinde, dolayısıyla aynı ağ grubunda yer almaları sağlanmıştır. Böylece otomatik VLAN uygulaması için birimlere göre gruplandırma temel alınarak, hastane içinde var olan birim ve alt birimlerin her birinde çalışan kişilerin ilgili genel güvenlik grubuna üye edilmesi gerçekleştirilmiştir.

Gerek hasta, gerekse çalışan ve ziyaretçi sayısının çok olması nedeniyle hastane ağına erişimin kontrol altına alınması için sistemde tanımlı olmayan kullanıcıların ağdaki herhangi bir kaynağa erişiminin engellenmesi ve erişime izni olan kullanıcıların da yetkilerine göre ağ içinde hareket etmelerinin sağlanması gerekmektedir. Rol tabanlı yetkilendirme işlemi kapsamında, yapılan işe göre; hastane içinde yer alan kullanıcılar, "*Otomasyon*" (sadece otomasyon kullananlar), "*İnternet*" (sadece internet kullananlar), "Genel" (hem internet hem de otomasyon kullananlar) ve "*Guest-Konuk*" (ağa hiçbir şekilde kimlik doğrulama yaptırmayanlar) şeklinde farklı genel gruplara ayrılmıştır. Bu grupların tümü yine kendi içlerinde "*sadece otomasyon kullanıp tam zamanlı olarak erişebilenler*", "*sadece otomasyon kullanıp sadece mesai saatleri içinde erişebilenler*" ya da "*sadece otomasyon kullanıp sadece mesai saatleri dışında erişebilenler*" şeklinde detaylı gruplara da ayrılabilmektedir.

Servis kalitesini etkileyen zamanlama ile ilgili bu kurallar, erişim listelerine "*time range*" (zaman aralığı) parametresi ile eklenebilmektedir. Örneğin yazılan bir erişim listesi ile 10.1.1.1 kaynak IP adresine sahip bir kullanıcının günlük olarak saat 08.00 ve

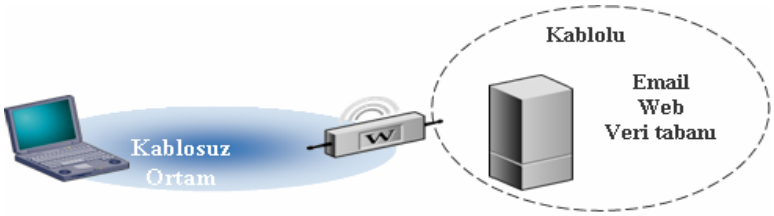
18.00 arasında paket filtreleme işlemi yapması istenirse, bu istek *time range* özelliği kullanılarak aşağıdaki şekilde gerçekleştirilebilir:

time-range 3com 8:00 to 18:00 daily
acl mode ip-based
acl name traffic-of-host basic
rule 1deny ip source 10.1.1.0 time-range 3com
qos
packet-filter inbound ip-group traffic-of-host

Genel grupların servis kalitesi analizleri ile ilişkileri incelendiğinde, bu gruplara görevlerine göre öncelik verilmesi konusunun önem kazandığı görülmüştür. Uygulamada gerçekleştirilen öncelik derecelendirmesi kapsamında, hastane otomasyon sistemini kullanan kullanıcılar ("*Otomasyon*" genel grubu) için e-posta ve web uygulamalarına düşük öncelik (LowP-Low Priority), otomasyon uygulamalarına ise yüksek öncelik (HighP-High Priority) verilmiştir. Yani bu grup için e-posta gibi gecikmeyi tolere edebilecek olan uygulamalar, otomasyon uygulamaları gibi gecikmeye hassas olan gerçek-zamanlı uygulamalardan daha düşük iletim önceliğine sahiptir. Otomasyon uygulamalarını kullanmayıp interneti kullanan kullanıcılar ("*İnternet*" genel grubu) için internet uygulamalarına yüksek öncelik verilmiştir. Hem interneti hem de otomasyonu kullanan "*Genel*" grubu için yazılan uzak erişim izinleri öncelikleri belirlerken, "*Guest*" genel grubu için sadece internet uygulamaları aktiftir ve bu uygulamalara yüksek öncelik verilmiştir.

5.10 Kablosuz Ağ Tasarımları

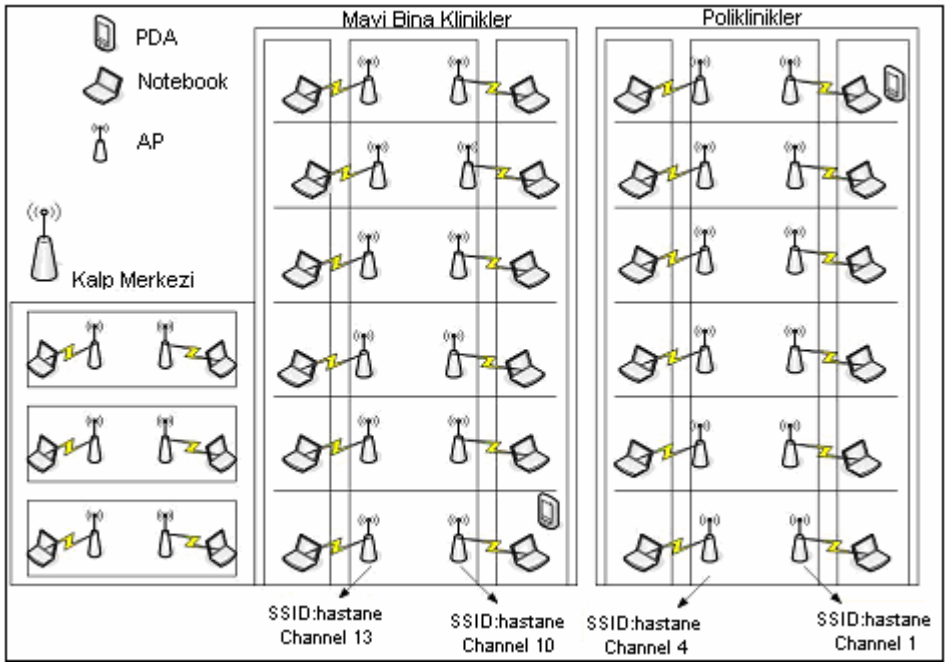
Kablosuz yerel alan ağları kullanıcı ve alıcı arasında radyo frekansları ile kablosuz ortamlarda, kabloya gerek kalmadan veriyi alır ve işletir ayrıca bir gezici kullanıcının herhangi bir fiziksel bağlantı olmadan ağa bağlı kalmasını sağlar. Mobil kullanıcılar da kablosuz bağlantı sayesinde çeşitli internet hizmetlerinden herhangi bir yapısal kablo ihtiyacı olmaksızın yararlanabilmektedir (Şekil 5.18).



Şekil 5.18 Kablosuz ağ örneği

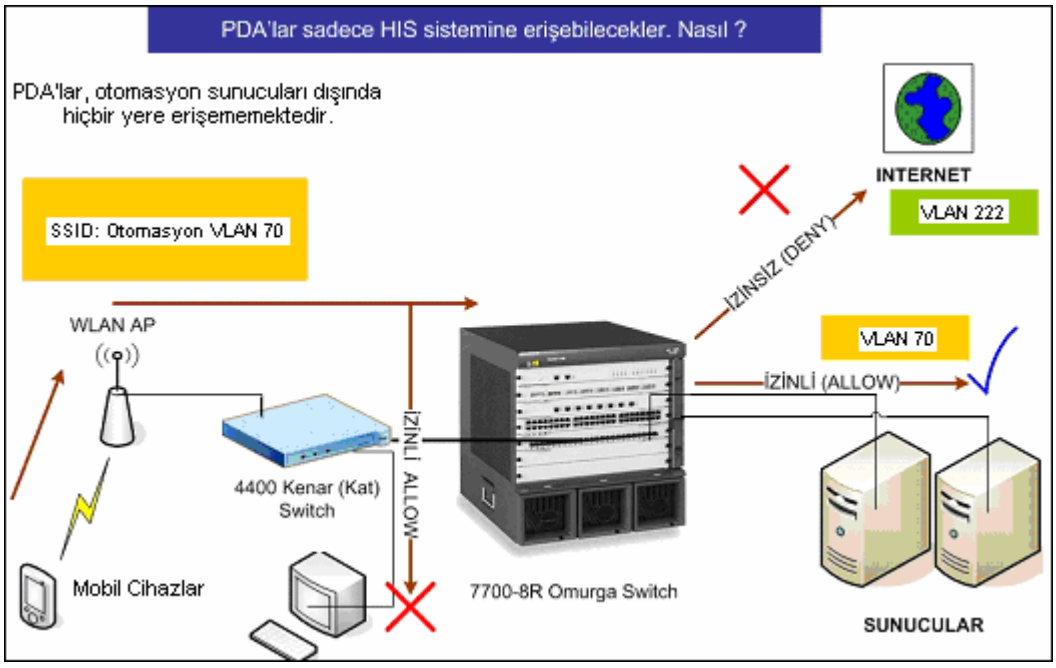
Uygulama kapsamındaki WLAN ağı öncelikli olarak öğretim üyesi ofislerinin de bulunduğu Poliklinik Binası, Kınıklı Kampüsü Mavi Bina Zemin Katı ve Kalp Merkezi'nde kullanılmak üzere tasarlanmıştır. Yapının daha sonra kliniklerin bulunduğu katları da içine alacak şekilde tüm PAÜ Hastanelerini içine alan bir yapıda genişlemesi mümkün olabilecektir.

WLAN ağ kurulumunda genellikle merkezi hub olarak erişim noktaları yerleştirilir. Erişim noktaları yapısal kablolama ile internet erişim noktasına ya da kablolu ağa bağlanırlar. Uygulamada her kata yerleştirilecek olan erişim noktasının sayısı en az ikidir ve kullanılan erişim noktalarına ait Channel (kanal) koridorlar arasında en az +3/-3 fark olacak şekilde tasarlanmıştır. Kablosuz istemci cihazlarının erişim noktalarıyla haberleşmek için kullanacağı SSID (Service Set Identifier) internet olup, tüm erişim noktaları aynı SSID'ye sahip olacaktır. Bu işlemle kullanıcının, bilgisayarını katlar arasında taşıdığında tekrar yapılandırma yapmasını ortadan kaldırma amacı güdülmüştür. Ayrıca erişim noktalarında, SSID broadcast'ine izin verilerek kullanıcıların otomatik olarak sisteme bağlanması sağlanmıştır. Oluşturulan kablosuz ağ mimarisinde tüm erişim noktaları üzerinde açılan SSID'ler; *Internet* ve *Otomasyon* (HIS için) SSID'leridir. Ortamda kablosuz istemciler tarafından tarama yapılması durumunda, sadece *Internet* SSID'sinin görülmesi istendiğinden, broadcast SSID sadece internet için izin verir. Diğer SSID'nin kablosuz istemciler tarafından görülmesi istenmediğinden bunlar yayınlanmaz. *Internet* SSID'sinin yayınlanmaması durumunda bu hizmetten yararlanacak olan kişiler Bilgi İşlem Merkezi ile bağlantıya geçmek zorunda kalabilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için erişim noktası üzerinde *Internet* SSID'si için her hangi bir güvenlik ayarı yapılmaz ve *Otomasyon* SSID'sinin broadcast durumunda olmayıp gizli olarak durması yöntemi tercih edilir.



Şekil 5.19 Kablosuz ağ cihazlarının hastane içindeki dağılımı

Şekil 5.19'da kablosuz ağ cihazlarının PAÜ Hastaneleri içindeki dağılımları görülmektedir. WLAN uygulamasında kullanılan erişim noktalarının üzerindeki VLAN etkinleştirilerek istenilen kullanıcıların sadece internete erişmeleri dışında otomasyona da erişmeleri mümkün olur (Şekil 5.20). Bunun için kablosuz cihazların (sunucu/istemci) VLAN'ı desteklemesi gerekmektedir.

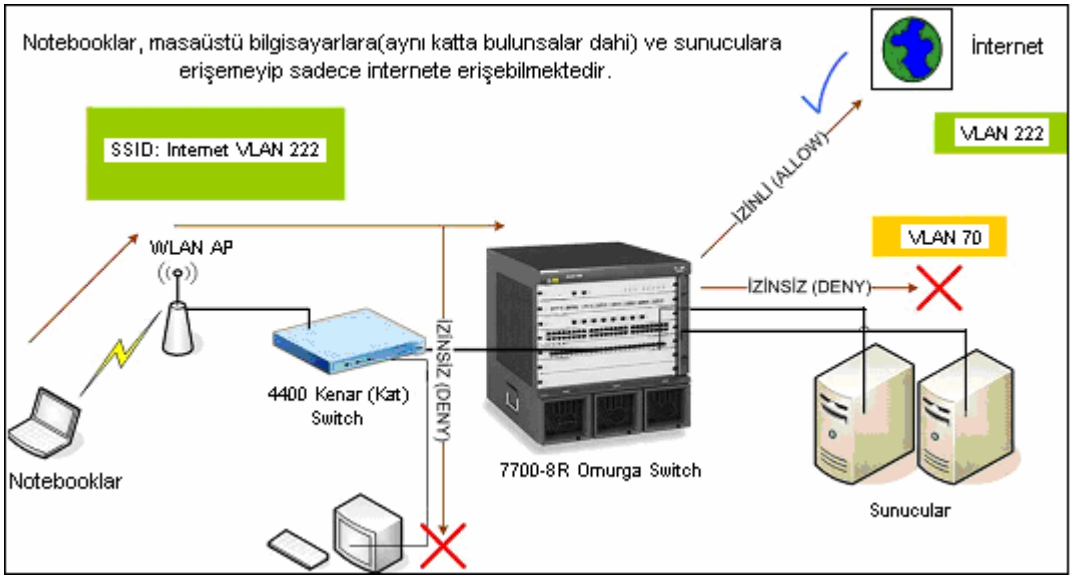


Şekil 5.20 Kablosuz ağ üzerinde PDA'lar ile HIS sisteminin kullanılması

VLAN desteği sayesinde omurga switch üzerinde oluşturulmuş olan VLAN'lar erişim cihazlarına eklenerek, her bir SSID'nin ayrı VLAN'larda olması sağlanmıştır. Buna paralel olarak *Internet* SSID'sine bağlanarak internete erişmek isteyen kullanıcılar, VLAN222'ye üye olup, 192.168.222.* IP numarasına sahip olur. Yine otomasyon SSID'sine bağlanarak otomasyona erişmek isteyen kullanıcılar VLAN70'e üye olup, 192.168.70.* IP numarasına sahip olur (Şekil 5.20 ve Şekil 5.21).

WLAN uygulamasında güvenlik anlamında;

- İnternete bağlanmak isteyen kullanıcılar için kablosuz ağ erişim cihazlarında açık mod kimlik doğrulama ve WEP şifrelemesi devre dışı olur. Ayrıca HIS için kullanılan terminallerden internete erişimin kısıtlanması için de, HIS kablosuz terminallerinin bu ortama erişmesi için "d*eny MAC fitler*" (MAC filtrelemeyi yasaklama) kuralları yazılır.
- Otomasyona bağlanmak isteyen kullanıcılar için kablosuz ağ erişim cihazları üzerinde MAC Filter, WEP ya da WPA şifreleme etkin olup, son aşamada kimlik doğrulama da etkinleştirilerek 3 aşamalı güvenlik sağlanır.



Şekil 5.21 Kablosuz ağ üzerinden internet erişimi

Bu güvenlik politikaları altında kablosuz erişim cihazları üzerinden gerek internet, gerekse HIS için ana omurgaya erişecek olan kullanıcıların birbirine zarar vermemesi, dolayısıyla internet ortamından oluşabilecek saldırıların engellenmesi için VLAN

tabanlı erişim listeleri yazılmıştır. Aşağıda örneği görülen erişim listeleri ile VLAN222'den (WLAN) gelen kullanıcıların (notebook), tüm sunuculara ve diğer masaüstü bilgisayarlara ağdan herhangi bir şekilde (TCP/UDP) erişmeleri engellenmiş olur.

Sadece interneti kullanan kablosuz ağ kullanıcıları için erişim kontrol listesi
acl name wlan_internetonly advanced
rule 1 permit ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.6 0.0.0.255
rule 2 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.0 0.0.0.255
rule 3 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.7 0.0.0.255
rule 4 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.8 0.0.0.255
rule 5 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.2.13 0.0.0.255
rule 6 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.7.5 0.0.0.255
rule 7 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.7.7 0.0.0.255
rule 8 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.3 0.0.0.255
rule 9 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.4 0.0.0.255
rule 10 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.7 0.0.0.255
rule 11 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.10.8 0.0.0.255
rule 12 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.100.30 0.0.0.255
rule 13 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.201.0 0.0.0.255
rule 14 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.200.0 0.0.0.255
rule 15 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.150.0 0.0.0.255
rule 16 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.151.0 0.0.0.255
rule 17 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.152.0 0.0.0.255
rule 18 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.153.0 0.0.0.255
rule 19 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.154.0 0.0.0.255
rule 20 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.155.0 0.0.0.255
rule 21 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.156.0 0.0.0.255
rule 22 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.157.0 0.0.0.255
rule 23 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.158.0 0.0.0.255
rule 24 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.159.0 0.0.0.255
rule 25 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.160.0 0.0.0.255
rule 26 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.161.0 0.0.0.255
rule 27 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.162.0 0.0.0.255
rule 28 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.163.0 0.0.0.255
rule 29 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.164.0 0.0.0.255
rule 30 deny ip source 192.168.222.0 0.0.0.255 destination 192.168.100.0 0.0.3.255
#
WLAN için VLAN 222 oluşturulması
vlan 222
description WLAN_Only_Internet
VLAN 222 interface oluşturulması
interface Vlan-interface222
ip address 192.168.222.1 255.255.255.0
dhcp-server 1
Erişim kontrol listesinin Omurga Switch portuna atanması
interface GigabitEthernet2/0/1
port link-type trunk
port trunk permit vlan 70 200 201 222 702 711 712 721 722 731 732 741 742 751 752 801 802 811 812 821 822 831 832 841 842 851 852 901 1020 1030
qos

packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 1 system-index 1
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 2 system-index 2
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 3 system-index 3
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 4 system-index 4
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 5 system-index 5
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 6 system-index 6
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 7 system-index 7
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 8 system-index 8
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 9 system-index 9
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 10 system-index 10
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 11 system-index 11
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 12 system-index 12
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 13 system-index 13
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 14 system-index 14
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 15 system-index 15
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 16 system-index 16
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 17 system-index 17
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 18 system-index 18
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 19 system-index 19
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 20 system-index 20
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 21 system-index 21
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 22 system-index 22
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 23 system-index 23
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 24 system-index 24
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 25 system-index 25
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 26 system-index 26
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 27 system-index 27
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 28 system-index 28
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 29 system-index 29
packet-filter inbound ip-group wlan_internetonly rule 30 system-index 30

Yazılan bu erişim kuralları ile kablosuz ağlardaki kullanıcılara sadece internete çıkış için erişim yetkisi verilmiş, internet uygulamaları dışındaki uygulamalar ise engellenmiştir. Diğer adımlarda internet uygulamalarını kullanan kablosuz ağ kullanıcılarının yerleştirildiği VLAN222 tanımlanmış ve bu VLAN'ın arayüzü yaratılmıştır. Son adımda da, servis kalitesi faktörü paket filtreleme özelliği ile tüm kurallara atanmıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde yapılan çalışmanın sonuçları ve devamında ileride yapılabilecek çalışmalar irdelenmiştir.

6.1 Sonuçlar

Bu çalışmada; yüksek risk oranına sahip hastane verilerinin, hastane içinden veya dışından oluşabilecek saldırılara karşı korunması amaçlanmış, bu ağlarda karşılaşılan bazı güvenlik problemlerinin çözümüne yönelik olarak bir hastanenin hem kablolu, hem de kablosuz ağlarında otomatik VLAN yapılandırması ve ağa erişim yapacak tüm kullanıcıların kimlik doğrulama işlemlerinin gerçekleştirilmesine gidilerek bu kapsamda bir çözüm önerisi sunulmuştur. Uygulama ile LAN içerisinde risk oranı yüksek verilere sadece yetkili kullanıcıların kendilerine tanınan erişim hakları ile erişmeleri sağlanmıştır. Sürekli olarak büyüyen hastane ağlarında açılacak olan her bir hasta servisi, tıbbi bilişim alt yapı yatırımlarını da beraberinde getirmektedir. Ağ ortamına eklenecek her bir cihazda otomatik VLAN yapılandırmasının etkin hale getirilmesiyle kullanıcı hataları ortadan kaldırılıp sistemin gün boyunca çalışmasındaki kesintiler vb. olayların yaşanması engellenebilecektir.

Yapılan çalışmanın kablosuz ağ uygulamaları kapsamında internet tarafında; hali hazırda kullanılmakta olan ve hastane çalışanlarına ait taşınabilir (notebook) bilgisayarların hastane otomasyon sistemine zarar vermeksizin, internet ortamına erişebilmeleri, tedavi görmekte ve kliniklerde yatmakta olan hastaların ve refakatçilerinin veya ilaç firması temsilcilerinin şahsi mobil cihazları ya da taşınabilir bilgisayarları ile internete erişebilmeleri, dolayısıyla hastanede kaldıkları sürece işlerini internet üzerinden takip edebilmeleri, mobil cihaz ve taşınabilir bilgisayara sahip olma

oranı %80'lere varan ilaç firması temsilcilerinin hastane içerisindeki herhangi bir noktadan internetle ilgili tüm işlemlerini gerçekleştirebilmeleri öngörülmüştür. Kullanılan erişim noktalarının tespiti sırasında VLAN desteği göz önüne alınırsa, istenilen kullanıcıların ya da mobil cihazların (PDA) sadece internete erişmelerinden farklı olarak otomasyon sistemine erişmeleri de mümkün olabilecektir.

Mevcut hastane ağ yapısındaki kliniklerde hemşire notlarının kağıt üzerine yazıldığı, doktorların hastaları muayene veya kontrolü sırasında tahlil sonuçlarını görmek ve yeni tahlil isteklerini girebilmek için hastanın başından ayrılıp ya HIS istasyonuna ya da ilgili kattaki doktor odasına gitmek zorunda kaldıkları göz önüne alındığında, bu tür sorunların ortadan kaldırılması için çalışmada önerilen çözümün kablosuz teknolojilere uyarlanmasıyla, HIS tarafında gerek muayene veya kontrol sırasında gerekse sürekli olarak kliniklerde görev yapan sağlık personelinin hasta ile ilgili tüm işlemleri hastanın başında iken kablosuz cihazlarla HIS sistemine erişerek gerçekleştirmeleri mümkün olabilecektir.

Tez çalışmasının tamamlandığı sıralarda uygulamanın kablosuz tarafı uygulamaya geçmiştir. PAÜ Hastane Ağları'nın belirli katlarında demoları gerçekleştirilen uygulamanın getirdiği ve getirmesi beklenen katkılar şu şekilde sıralanabilir.

Güvenlik Anlamında;

- PAÜ Hastaneleri ile Üniversite arasına güvenlik duvarı yerleştirilip IP ve port bazında sınırlamalar yapılarak kampüs ortamından gelen saldırılara karşı hastane ağının korunması,
- Güvenlik duvarının VLAN tabanlı yapılandırılmasıyla doğrudan güvenlik duvarına bağlı olmayan farklı VLAN'lar arasında güvenliğin sağlanması,
- Tüm kampüs birimlerinin ayrı DMZ'lere yerleştirilip merkezin dışında olan ve merkeze veri amaçlı erişen bölgelerin güvenlik seviyesi merkezden daha düşük tutularak, bu bölgelerden gelen trafikte belli portlara izin verilmesiyle geniş alan ağından merkeze yapılabilecek saldırıların engellenmesi,
- Hastane'deki HIS ve LIS sunucularına sadece SQL ve ORACLE gibi belli portlardan erişim izni verilerek, bu sunuculara açık portlardan erişimin engellenmesi dolayısıyla güvenliğin sağlanması,

- Rol tabanlı yetkilendirmenin kullanıldığı servis kalitesi analizleri ile sistemdeki veri trafiği akışının düzenlenip performansın artırılması, güvenlik derecelendirmesi yoluna gidilmesi ile de risk oranı yüksek verilerin Hastane içinden veya dışından oluşabilecek saldırılara karşı güvenliğinin temin edilmesi öngörülmüştür.

Kimlik Denetimi Anlamında;

- Çalışanların sözleşmeli/kadrolu olmasına göre ya da vardiya/nöbet sistemi göz önüne alınarak hangi saatlerde internete, hangi saatlerde hastane otomasyonuna erişeceği belirlenmiştir. Belirlenen saatlerin dışında sisteme erişilemeyecektir.
- Personelin iş tanımına göre hastane içinde erişebileceği hizmetler belirlenerek yetki dahilinde olmayan elektronik hizmetlere erişim engellenmiştir.
- Kurum içi yazışma evrakları, hasta raporları gibi elektronik yazışma evraklarının, yazan kişinin bilgisayarında değil, merkezde güvenli bir ortamda tutulması, sadece yetkili kişi/kişiler tarafından erişilebilmesi ve yine merkezde yedeklerinin tutulması sağlanarak kurum bilgilerinin gizliliğinin ve güvenliğinin arttırılması yoluna gidilmiştir.
- Hastane içinde ağa bağlanacak kullanıcıların ve bilgisayarların kimlik denetiminden geçirilmesi ile hastane ve çalışanlara ait olmayan bilgisayarların ağa bağlanması, HIS ve LIS sistemine erişim denetiminin yapılabilmesi gerçekleştirilmiştir.
- Hastane çalışanlarına verilen tek kullanıcı hesabı ile tek bir noktadan kullanıcıların tüm yetkileri tanımlanabilmiştir. Böylece kullanıcıların hangi VLAN'a üye olacağı yine merkezden belirlenmiştir.
- Mevcut yapıda ORACLE ve SQL trafiğinin öncelikli hale getirilmesi için servis kalitesi yapılandırılmasının yanında, otomatik VLAN yapılandırması ile kullanıcı tabanlı trafik önceliklendirmesi ve yetkilendirmesinin (hangi kullanıcıların Telnet yapabileceği vb.) gerçekleştirilmesi beklenmektedir.

Kablosuz Ağ Tarafında;

- Güvenlik nedeniyle internete erişimi izin verilmeyen taşınabilir bilgisayarların kablosuz ağ üzerinden güvenli bir şekilde internete erişmeleri sağlanmıştır.
- Oluşturulan kablosuz ağ aracılığıyla, kliniklerde doktorların hasta kontrolleri sırasında tablet bilgisayarlar veya PDA'lar ile kablosuz ağ üzerinden hasta başındayken HIS ile ilgili işlemleri yapabilmeleri sağlanmıştır.

6.2 Gelecek Çalışmalara İlişkin Öneriler

Bu çalışma ile ilgili verilebilecek öneriler şu şekilde sıralanabilir:

- En az iki tane etki alanı denetleyicisi, IAS sunucusu olarak tasarlanmalıdır. Birincil IAS üzerinde herhangi bir sorun olması durumunda ikincil IAS üzerinden kimlik doğrulama işlemlerinin kesintisiz olarak devam ettirilmesi gerekir. IAS sunucusu var olan etki alanı denetleyicileri üzerine kurulabileceği gibi maliyetlerin göz önüne alınması durumunda tamamen bu iş için adanmış sunucular üzerine de kurulabilir.
- Bu tür bir uygulamaya geçmeden önce, hastanedeki tüm bilgisayarlar, çalışanların görev ve yetkileri çok iyi bir şekilde analiz edilmeli, detaylı inceleme sonucu ihtiyaçlara göre gruplar belirlenmelidir. Gruplandırma işlemlerinde, kullanıcıların görev yaptığı birimler, kişinin pozisyonu ve kişinin çalışma saatleri göz önünde bulundurulmalıdır.
- Kimlik doğrulama uygulamasına geçilmeden önce elektronik ya da yazılı olarak kullanıcıların çok iyi bir şekilde bilinçlendirilmesi, gerekirse tüm kullanıcıların gruplar halinde eğitime alınması gerekmektedir.
- Uygulamaya geçmeden önce belirli noktalarda belirli kullanıcılar tarafından sistemin test edilmesi gerekir. Uygulamaya aynı anda hastanenin tamamında değil, kat kat ya da parça parça geçilmelidir.
- Destek anlamında tüm bilgi işlem personelinin çok iyi bir şekilde bilinçlendirilmesi, oluşan sorunların kısa sürede çözümü için gereklidir.

Günümüz bilgi teknolojilerinde, veri iletişimini sağlayan cihazların yanı sıra bilgisayar destekli çalışan ve işe özgü çözüm üreten EKG, MR vb. tıbbi cihazların ağa bağlanmaya başlamasıyla bu tür cihazların da zamanla hedef haline gelebileceği ihtimali ortaya çıkmıştır. Bu cihazlardan elde edilen tıbbi bulguların veya sonuçların HIS bünyesinde yer alan yazılımlar ile veri merkezine aktarılması gerekmektedir. Tıbbi cihazların ağda mantıksal anlamda farklı VLAN'larda bulunmaları sağlansa da, mutlak şekilde ethernet üzerinden ağa bağlandıkları düşünüldüğünde, mevcut sistemde var olan sıradan bir HIS istasyonunun bir bilgisayar gibi tüm saldırılara açık hale gelmesi kaçınılmaz olacaktır. Böyle bir senaryonun gerçekleşmesi durumunda, bu cihazların bilgisayar destekli bölümlerinin arızalanması, sırada bekleyen hastalarının tedavi edilememesi, cihazların tamirinde yaşanacak zaman ve maddi kayıplar ciddi boyutlara ulaşacaktır. Bunun yanında, bir üniversite hastanesinde normal bir cihazın hizmet verememesi durumunda, hastaların farklı bir hastaneye teşhis amaçlı olarak nakledilmesi de yine büyük bir prestij kaybına yol açacaktır.

PAÜ Hastanelerinde kullanılan DICOM tabanlı radyoloji otomasyonları göz önüne alındığında, sürekli olarak poliklinik ve kliniklerde hasta MR ve röntgen sonuçlarını görüntülemek isteyen doktorlar, sistemde var olan virüs ya da solucanlar nedeniyle, bu verilere erişememe veya erişmede yavaşlıklar gibi bir takım problemlerle karşı karşıya kalmaktadırlar. Bu problemler poliklinik işlerinin yavaşlamasına ve uzamasına, hasta memnuniyetsizliğine ve çalışanların motivasyon bozukluğuna yol açmaktadır. Çalışmada önerilen çözüm ile birlikte uygulamanın gelecek çalışmalar kapsamında tasarlanabilecek olan "*Intelligent Network*" (Akıllı Ağ) uygulaması ile bu tür sorunların önüne geçilmiş olacaktır (WEB_7 2005, WEB_8 2005, WEB_9 2005). Hastane ağ yapısının büyüklüğü dikkate alındığında sınırlı sayıdaki personel sayısı, kontrol edilmesi gereken cihaz fazlalığı, günlük saldırı tespitleri gibi olayları aşmak için ağa bir saldırı yapıldığı anda sistemdeki saldırıyı tespit edecek, doğrudan kullanıcı portunu (hangi switche bağlıysa o portu) kapatacak ve yazılan erişim kurallarıyla sistemin bu işlemleri otomatik olarak yapmasını sağlayacak bir "Akıllı Network" tasarlanacaktır. Bu sayede;

- Farklı güvenlik seviyelerindeki kaynaklarda oluşabilecek solucan, virüs, saldırı gibi ağın yavaşlamasına ve hatta durmasına sebep olan faktörler

engellenmiş olacak, otomasyon sisteminin maksimum çalışır halde kalması sağlanabilecektir.

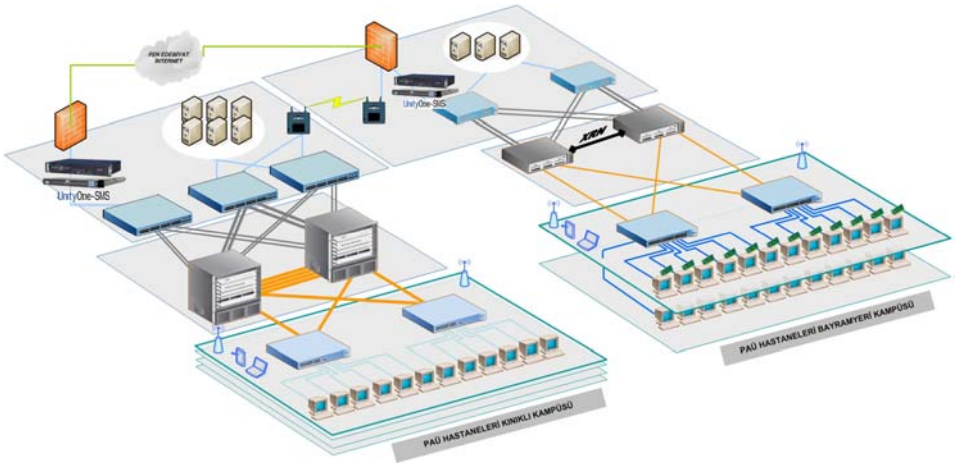
- Bu güvenlik sistemi ile sadece kullanıcı bilgisayarları, sunucular ya da veri tabanları değil aynı zamanda bilgisayar destekli çalışan tıbbi cihazlar da korunuyor olacaktır.
- Kullanıcı bilgisayarları, PDA'ler ağa girmeye çalıştığında bu bilgisayarlarda bulunan ve yayılmaya çalışan virüsler veya kullanıcıların farkında olmadığı saldırılar kenar switch bazında engellenebilecek, böylelikle bu tip saldırıların ağda yayılması engellenmiş olacaktır.
- Sisteme yapılabilecek olan saldırılar sadece port tabanlı değil aynı zamanda içerik tabanlı olarak tespit edilip kesilebilecektir.

Oluşturulan kablosuz ağ sistemleri yapısında ileride yapılması planlanan RF-ID (Radio Frequency Identification) özelliğinin kullanılmasıyla, hastane içinde; istenilen personelin ya da doktorun nerede olduğu, tıbbi cihazında nerede kullanılmakta olduğu ve hasta takibinin (Alzheimer, bebek ve yaşlı hastalar) ya da ambulans takibinin (hastanede olup olmadığı) yapılabilmesi gibi konum takip sistemleri için alt yapı oluşturulmuş olacaktır (Şekil 6.1).

Şekil 6.1 RF-ID tabanlı konum tanımlama sistemlerine altyapı oluşturulması

RF-ID konum belirleme ve takip özelliği sayesinde tipik bir hastanede bu tür ihtiyaçların karşılanmasıyla kayıplar engellenebilecek, kiralamalar azaltılabilecek, daha az alım satım yapılabilecek, emek ve zaman kazancı sağlanarak ciddi oranlarda büyük tasarruflar elde edilebilecektir.

Gelecekte yapılması planlanan bir diğer konu da; hastane içinde kullanılmakta olan HIS, LIS ve DICOM sistemlerinin 7 gün 24 saat devamlılığının sağlanabilmesi için, tam yedekli bir yapıya geçilecek olmasıdır (Şekil 6.2). Bu sunuculara Gigabit ethernet ilavesiyle erişim kapasitesi artırılacaktır. Omurga switch sayısı gibi ikiye çıkartılarak switchlerden birinde sorun olması durumunda tüm sistemin diğer omurga switch üzerinden devamlılığı sağlanabilecektir. Çalışma sırasında omurga switchler arasında yük paylaşımı yapılarak sistemin daha hızlı çalışmasına yardım edilecektir. Her bir kata giden fiber optik kablo bağlantı sayısı ikiye çıkartılıp ana omurgada ayrı omurga switchlerine takılarak fiber optik kablo bağlantılarından birinde problem olması durumunda, diğeri üzerinden sisteme erişimin devam ettirilmesi sağlanacaktır. Ayrıca, güvenlik duvarının bağlı olduğu ve internet çıkışı olarak nitelendirilen switch, yine yedekli olarak her iki omurga switchine bağlanacaktır. Bu sayede, omurga switchlerden birinde problem olması durumunda, internet trafiği aksamadan diğeri üzerinden devam edebilecektir.



Şekil 6.2 PAÜ Hastane Ağları'nda tasarlanacak olan yedekli yapı topolojisi

Planlanan bu konularla birlikte, uygulama planının bir parçası ve ona paralel olarak idari, hukuki, teknik ve mali riskler tespit edilerek bir risk yönetim planı hazırlanmalıdır. Bu planda muhtemel riskler, ortaya çıkma olasılıkları, riskin ortaya çıkmasının projede yaratacağı etkiler, riski ortadan kaldırmak veya etkisini azaltmak için neler yapılabileceği ve riskin ortaya çıkması durumunda projenin ilerleyebilmesi için alternatif seçeneklerin neler olabileceği düşünülmüş olmalıdır. Kurumların, kurumsal güvenlik risklerini gerçekçi olarak değerlendirebilmek için diğer uzman kurumlardan, bağımsız uzmanlardan ve üniversitelerden destek almaları önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Aboba, B. and Simon, D. (1999) "PPP EAP TLS Authentication Protocol", RFC 2716. http://www.ietf.org/rfc/rfc2716.txt?number=2716 (13.10.2005)

Aboba, B., (2003) "IEEE P802.11 Wireless LANs", s.8-10 http://www.drizzle.com/~aboba/IEEE/11-03-154r1-I-Virtual-Access-Points.doc (11.02.2006)

Anonim (1998) "Hasta Hakları Yönetmeliği, Resmi Gazete 1 Ağustos 1998 Sayı: 23420"http://www.saglik.gov.tr/sb/codes/hasta_haklari/hasta_haklari_yonetmeligi.htm (17.01.2006)

Anonim (2006) "Hastane Bilgi Sistemleri Alımı Çevre İlkeleri Konulu Rapor", Sağlık Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı. s.19-25. http://www.saglik.gov.tr/default.asp?sayfa=detay&id=2353 (22.02.2006)

Ayyagari, A. and Fout, T., (2001) "Making IEEE 802.11 Networks Enterprise-Ready", 56s.http://www.microsoft.com/windows2000/docs/wirelessec.doc (20.01.2006)

Blunk, L. and Vollbrecht, J., (1998) "PPP Extensible Authentication Protocol (EAP)", RFC 2284. http://www.ietf.org/rfc/rfc2284.txt?number=2284 (13.10.2005)

Bulusu, N., (2003) "Implementation and Performance Analysis of The Protected Extensible Authentication Protocol", Master Thesis, Faculty of Graduate School of the University of Colorado at Colorado Springs, 169s

Cambazoğlu, T., (2003) "Internet ve Güvenlik", 78s. http : // www.ssm.gov.tr / library / docs / tr / teskilat / dosyalar / bim / int_guv.pdf (18.9.2005)

Çetin, M., Aydos, M. (2005) "Otomatik Vlan Yapılandırmalarında IEEE 802.1x Standardı Kullanımının Sistem Performansına Etkisi" 2. İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, Adana, s.211-214

Çetin, M., Karaman, M. ve Aydos, M., (2006) "Risk Oranı Yüksek Veri Yoğunluğuna Sahip Hastane Ağlarında IEEE 802.1x Standardı ile Ağ Güvenliği ve Otomatik VLAN Yapılandırmaları", Bilgi Teknolojileri Kongresi IV-Akademik Bilişim 2006, Denizli, s.408-413

Dayıoğlu, B. ve Özgit, A. (2001) "Internet'de Saldırı Tespiti Teknolojileri", İletişim Teknolojileri 1. Ulusal Sempozyumu ve Fuarı, Ankara.

Fout, T., and Barkley, W., (2001) "Wireless 802.11 Security with Windows XP", 14s. http : // cnscenter.future.co.kr / resource / rsc - center / vendor - wp / microsoft / XP80211Security.doc (20.01.2006)

Funk, P., and Wilson, S. B., (2005) “EAP Tunneled TLS Authentication Protocol Version 0 (EAP-TTLSv0”, http://www.watersprings.org/pub/id/draft-funk-eap-ttls-v0-00.txt (13.10.2005)

IEEE Std 802.1X (2001) “IEEE Standards for Local and Metropolitan Area Networks: Port based Network Access Control”, IEEE.

Microsoft (2000) “Internet Authentication Service for Windows 2000”, 154s., http : // download.microsoft.com/download/b/6/4/b64bcb2e-867c-4458-aee8-589d750e68a8 / IAS.doc (12.09.2005)

Microsoft (2003) “Deployment of IEEE 802.1x for Wired Networks Using Microsoft Windows”, 41s. http://download.microsoft.com/download/b/0/e/b0e2a363-0044-4327-8f17-020818f57234/Wired_depl.doc (13.12.2005)

Moen, R., (2004) “802.1x Port-Based Authentication How To”. http: // www.ibiblio.org/pub/Linux/docs/HOWTO/other-formats/pdf/ 8021X - HOWTO.pdf (27.12.2005)

Pâques, M., (2004) “The Wireless Hacker Project 802.11 Security”. http://asna.ewi.utwente.nl/assignments/completed/ASNA-2004-18.pdf (21.12.2005)

Rigney, C., Rubens, A., Simpson, W., and Willens, S., (1997) "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)", RFC 2138. http://www.ietf.org/rfc/ rfc2138.txt?number=2138 (13.10.2005)

Rigney, C., (1997) "RADIUS Accounting", RFC 2139. http://www.ietf.org/rfc/ rfc2139.txt?number=2139 (13.10.2005)

Rigney, C., Willens, S., Rubens, A. and Simpson, W., (2000) "Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)", RFC 2865. http://www.ietf.org/rfc/rfc2865.txt?number=2865 (13.10.2005)

Rigney, C., (2000) "RADIUS Accounting", RFC 2866. http://www.ietf.org/rfc/rfc2866.txt?number=2866 (13.10.2005)

Stallings, W. (2000) “Data & Computer Communications”, 6th Ed., Prentice Hall, International, 810s

Stalling, W. (2001) “High Speed Networks and Internets”, Prentice Hall, New Jersey, 715s

Ünüvar, N., (2005a) “B100BİDB sayılı Bakanlığa Devredilecek Sağlık Birimlerinin Bilgi Sistemleri Konulu 2005/23 Genelgesi” Sağlık Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı. http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/mevzuat/00186.doc (17.01.2006)

Ünüvar, N., (2005b) “B100BİDB-010.06-1249 sayılı Veri Güvenliği Konulu 2005/153 Genelgesi” Sağlık Bakanlığı Bilgi İşlem Daire Başkanlığı. http://www.saglik.gov.tr/sb/extras/mevzuat/01249.doc (17.01.2006)

WEB_1. (2006). Privacy Rights ClearingHouse. http://www.privacyrights.org (22.02.2006).

WEB_2. (2006). Electronic Privacy Information Center. http://www.epic.org (22.02.2006).

WEB_3. (2006). Microsoft TechNet Windows Server 2003 Active Directory. http://technet2.microsoft.com/windowsserver/en/technologies/featured/ad/default.mspx (07.01.2006).

WEB_4. (2003). Approach to Information Securtity: Protecting User Data Flow. http://www.dienekis.gr/resource/papers/extreme011.pdf (5.10.2005)

WEB_5. (2004). Cisco Systems Software Configuration Guide. http://www.cisco.com/application/pdf/en/us/guest/products/ps4324/c2001/ccmigration_09186a0080367146.pdf (13.12.2005)

WEB_6. (2003). Security Features in Ethernet Switches for Access Networks. http://www.ewh.ieee.org/ecc/r10/Tencon2003/Articles/044.pdf (5.10.2005)

WEB_7. (2005). The University of Texas Health Science Center at Houston Prescribes TippingPoint for a Healthy Network. http: // www.tippingpoint.com / pdf / resources / casestudies / 505324-001_UTHealthCaseStudy.pdf (26.01.2006)

WEB_8. (2005). University of Washington Medicine Thwarts 803,000 Zotob Attacks in Week-Long Attack at World-Renown Medical Center. http : // www.tippingpoint.com / pdf / resources / casestudies / 505334 - 001_UnivWashMedicalCaseStudy.pdf (26.01.2006)

WEB_9. (2005). Indiana Health Care System Safeguards Patient Information Via Award Winning 3Com®, TippingPointTM Security Solution. http : // www.tippingpoint.com / pdf / resources / casestudies / 505335-001_IndianaHealthCareCaseStudy.pdf (26.01.2006)

EKLER

Ek-1 "Kişisel Sağlık Kayıtlarının Güvenlik Politikası" Kapsamında Kanuni Gerekler

Son yıllarda bazı kurum ve kuruluşlar ile merkezdeki bilgi sistemi uygulamalarının yaygınlaşması ile ortaya çıkan veri ve bilgi güvenliği açıkları, veri güvenliği konusunda "Kişisel Sağlık Kayıtlarının Güvenliği Politikası" genelgesinin yayınlanmasına sebep olmuştur. Bu kısımda verilen bilgiler Hasta Hakları Yönetmeliği (Anon. 1998) ve (Ünüvar 2005b) referanslarından alınmıştır.

Bu politikanın içeriği ile ilgili bilgilendirme aşağıda verilmiştir:

- Hasta ve hastalık kayıtlarının gizlilik ve mahremiyeti esastır,
- Hiçbir kurum ya da kişiye hastanın kimlik bilgilerine ulaşmayı mümkün kılacak veri kümesi ve/veya bilgi verilemez,
- Bilgi işlem personelinin bu konuda bilgilendirilmesi gerekir,
- Hasta kayıtlarının tutulduğu ana sunucu ve uç bilgisayarlar yetkilendirme dahilinde kullanılmalıdır,
- Veri güvenliğini ihlal edecek olaylara karşı tedbir alınmalı ve bağlı tüm kurum ve kuruluşlara duyurulmalıdır.

Hasta kaydı sağlık bilgisi kapsamına aşağıdaki bilgiler girmektedir:

- Hasta ile ilgili sözlü bilgi ve yazılı bilgi,
- Tıbbı müdahaleler, ön tanı, teşhisler,
- Grafik imajları ve fatura.

Politika ile ilgili genel kurallar:

a. Gizlilik, bütünlük ve erişilebilirlik,
b. Rol tabanlı yetkilendirme mekanizması sağlanacak,
c. Hasta bilgilerine aşağıdaki durumlarda erişilemez:
   i. Hasta taburcu olmuşsa,
   ii. Sağlık personeli, hasta tedavi halindeyken, yetkilendirilmiş değilse, hastanın yazılı iznine başvurulmamış ise,

iii. Hastanın rızası olmadan, söz ile bile olsa, 3. kişilere veya diğer kurumlara verilemez,

iv. Hasta dosyası ve kaydı, elektronik veya kağıt veya üçüncü kişilere sözlü veya yazılı olarak teslim edilemez. (yürürlükteki genelgelere göre hasta sağlık bilgilerini Sosyal Güvence Kurumları (Bağ kur, SSK, ES, GSS) elde edebilir.)

d. Hasta bilgilerine aşağıdaki durumda erişilebilir:

i. Hastanın izni, rızası veya yazılı izni varsa,

ii. Hasta sağlık bilgileri bilginin üretildiği kurum tarafından veya bilgi yönetim sistemleri tarafından araştırma, istatistik ve karar destek sistemleri için kullanılabilir. Bu durumda hasta sağlık bilgisi hasta tanımlayıcısı ile ilişkilendirilemez.

Hasta kayıtlarının tutulduğu ortamın ve sistemin güvenliği ile ilgili kurallar aşağıda verilmiştir:

a. İzlenebilirlik, kimlik sınama, güvenirlik ve inkar edememe sağlanmalıdır,

b. TC kimlik numarası hasta ID si olacak ancak hasta tanısı kesinlikle TC kimlik numarası ile ilişkilendirilmemelidir,

c. Güvenlik erişim bazlı sağlanmalıdır,

d. Gerektiğinde saat/gün bazlı oturum oluşturma ile yetkiler kısıtlanmalı, tek bir kullanıcı kodu ile birden fazla oturum oluşturulmamalıdır,

e. Kullanıcı işlemleri (yapılan tüm işlemler ve erişimler) ile kayıtlar tutulmalıdır,

f. Sistem yöneticilerinin kimlik tanımlama ve doğrulaması için X.509v3 uyumlu sayısal sertifikalar kullanılmalıdır.

g. Kurum içerisinde veya kurum ile başka ağlar arasındaki tüm haberleşme şifreli yapılmalıdır.

Ek-2 3Com SuperStack 3 Switch 4400 ve 7700 Serilerinin Özellikleri

3Com SuperStack 3 Switch 4400 Serisinin Özellikleri

Ürün Özellikleri	3Com SuperStack 3 Switch 4400 24-port	3Com SuperStack 3 Switch 4400 48-port	3Com SuperStack 3 Switch 4400-PWR	3Com SuperStack 3 Switch 4400-FX
Port Sayıları	24 x 10/100 + 2 Genişleme Yuvası	48 x 10/100 + 2 Genişleme Yuvası	24 x 10/100 (PoE) + 2 Genişleme Yuvası	24 x 100Base-FX + 2 genişleme yuvası
Anahtarlama Kapasitesi	8.8 Gbps	13.6 Gbps	8.8 Gbps	8.8 Gbps
İletim Oranı	6.6 Mpps	10.1 Mpps	6.6 Mpps	6.6 Mpps
İletim Metodu	Sakla-veİlet, gecikme < 2.6 µs (Store-and-Forward)			
MAC Adres Kapasitesi	8000 MAC Adresi, 256 Güvenli MAC Adresi			
VLAN	64 (IEEE 802.1q)			
Hat Toplama (Link Aggregation)	IEEE 803.2ad LACP, 4 kanal grubu (her bir kanalda 4 port), Farklı istiflerdeki portları gruplayabilme			
Hız ve Çift-Yön (Duplex) Otomatik-Görüşme (Auto-Negotiation)	Otomatik MDI/MDIX, hız ve çift yön modu (tüm portlarda)			
Trafik Kontrolü	IEEE 802.3x tam çift yön (full-duplex) akış kontrolü, yarı çift yön (half-duplex) için geri baskı ve yayın fırtınası kontrolünü (3,000 pps eşik değeri) destekler.			
Kapsayan Ağaç Protokolü (Spanning Tree Protocol) Kontrolü	IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1w RSTP, STP ile geriye-uyumluluk, STP hızlı-başla (fast-start) modu, port başına STP etkinleştirme/devre dışı bırakma			
İstifleme	384 porta kadar istifleyebilme, İstif yönetimi için tek bir IP adresi, Esnek döngü dönüşü, Çalışırken takılıp/çıkarılabilen (hot-swappable) istif			
Çoklu Gönderim (Multicast)	128 multicast grup için filtreleme, 2. Katman arayüzü üzerinde IGMP araştırma (IGMP snooping), IGMPv1 ve IGMPv2, IGMP Sorgulayıcı			
Öncelik Kuyrukları	Her port için 4 öncelik kuyruğu, WRR kuyruklama, Katı öncelik kuyruklaması			
Trafik Önceliklendirme	IEEE 802.1p Servis Sınıfı (Class-of-Service - CoS) İşaretleme/Yeniden İşaretleme, kaynak / hedef TCP/UDP port numarasına, IP adresine/protokole göre, CoS - Ayrılmış Servisler Kod Noktası (Differentiated Services Code Point – DSCP) dönüştürme, varsayılan port önceliği ve 3Com NBX telefon trafiğinin otomatik sınıflandırılmasına göre önceliklendirmeyi destekler.			
Bant Genişliği Yönetimi	Port-tabanlı bant genişliği yönetimi, 1 Mbps artırımlar ile (10/100 portlar için), 8 Mbps artırımlar ile (Gigabit portlar için), uygulama / protokol bloklama			
Esneklik	3Com Gelişmiş Fazla Güç Kaynağı (Advanced Redundant Power Supply) ile anahtara yedek güç, Anahtar konfigürasyonun yedekleme ve geri devreye alınması.			
Ağ Erişimi	IEEE 802.1x kullanıcı kimlik doğrulama, RADIUS kimlik doğrulama, Port başına birçok kullanıcının MAC adreslerini kilitleyebilme, Porta bağlı kullanıcıya göre otomatik VLAN ve QoS profili atayabilme, Misafir VLAN opsiyonu, Radius Kimlik Doğrulanmış Cihaz Erişimi (RADA), RADIUS sunucusunda MAC adresine göre otomatik kimlik doğrulama, Port başına birçok cihazın kimlik doğrulanması, Belirlenmiş portlara bağlanan cihazlara otomatik VLAN ve QoS profili atayabilme,			

	Kullanıcı-cihaz ikilisine göre IEEE 802.1x kimlik doğrulama, Bilinmeyen Cihazın Bağlantısını Kes (DUD) özelliği, RADIUS sunucusu kullanılamadığı durumlarda varsayılan VLAN üyeliği
Anahtar Yönetimi	Anahtar şifrelerinin yerel veya RADIUS yönetimi, Güvenilir IP yönetim adresleri, Telnet, Syslog, SSHv1 (56-bit DES), SSHv2 (168-bit DES)
Uzak Yönetim	SNMPv1, kullanıcı tanımlı yönetim VLAN'ı tarafından
Yazılım	Yedekleme ve geri yükleme, TFTP konfigürasyon ve yükleme, TFTP ajanı
Konfigürasyon	Komut satırı arabirimi, Konsol (Seri port), Telnet, SNMP, Web-tabanlı
Ayna Portu (Mirror Port) / RAP (Roving Analysis Port – Tarayan Analiz Portu)	Bire bir
IP Adres tahsisi	El ile, DHCP, Otomatik IP, BOOTP
Ağ Zamanı	Syslog tarafından yakalanmış olaylara zaman damgası atamak için Basit Ağ Zaman Protokolü (SNTP)
RMON grupları	4 grup:Tarihçe, olaylar, alarmlar, istatistikler

3Com SuperStack 3 Switch 7700 Serisinin Özellikleri

Ürün Özellikleri	**3Com Switch 7700 4-slot, 7-slot, 8-slot**
Performans	
Anahtarlama Kapasitesi	7-slot ve 8-slot için 96 Gbps, 4-slot için 48 Gbps
İletim Oranı	7-slot ve 8-slot için 177 Mpps, 4-slot için 95 Mpps
Azami Bant Genişliği	7-slot ve 8-slot için 240 Gbps, 4-slot için 120 Gbps
2. Katman Anahtarlama Özellikleri	
MAC Adres Kapasitesi	32000 MAC Adresi, 10K Statik MAC Adresi, Modül iletimi (gecikme <10µs), 9K Jumbo Çerçeve desteği
VLAN	4096 (IEEE 802.1q), Port-tabanlı (IEEE 802.1q) ve protokol-tabanlı (IEEE 802.1v), Protokol tabanlı VLAN kullanarak IPv6 tünelleme, GVRP (GARP VLAN Registration Protocol) desteği
Hat Toplama (Link Aggregation)	El ile veya IEEE 803.2ad LACP, Azami 64 kanal grubunu destekler.
Hız ve Çift-Yön (Duplex) kOtomatik-Görüşme (Auto-Negotiation)	Otomatik MDI/MDIX, Hız ve çift yön modu (tüm portlarda)
Trafik Kontrolü	IEEE 802.3x tam çift yön (full-duplex) akış kontrolü Yarı çift yön (half-duplex) için geri baskı ve VLAN başına yayın fırtınası kontrolünü destekler.
Kapsayan Ağaç Protokolü (Spanning Tree Protocol) Kontrolü	IEEE 802.1D STP, IEEE 802.1w RSTP, IEEE 802.1s Çoklu Kapsayan Ağaç Protokol (MSTP) örneği, Tek STP örneği, BPDU (Köprü Protokol Data Birimi – Bridge Protocol Data Unit) koruması
3. Katman Anahtarlama Özellikleri	
Rotalar	Donanım-tabanlı yönlendirme, 64000 IP rota, 64000 statik rota, 64000 dinamik/statik ARP girdisi, 64 IP arayüzü
IP Yönlendirme	RIPv1, RIPv2, OSPF (50 bölge), BGPv4 IS-IS desteği
Çoklu Gönderim (Multicast)	Donanım-tabanlı tel-hızında çoklu gönderim yönlendirme, 1K çoklu gönderim rotası, 2. Katman arayüzü üzerinde IGMP araştırma (IGMP snooping), IGMPv1 ve IGMPv2, IGMP Sorgulayıcı, GMRP (GARP Multicast Registration Protocol), PIM-DM, PIM-

	SM
Ağ Protokolleri	DHCP Relay, TCP/IP Protokol Yığını, ARP
Esneklik	VRRP (Sanal Yönlendirici Fazlalık Protokolü), Anahtar başına 14 sanal yönlendirici, Her bir sanal yönlendirici 16 adet IP adresini destekler.
Yakınsama Özellikleri	
Öncelik Kuyrukları	Her port için 8 öncelik kuyruğu
Trafik Önceliklendirme	Akış tabanlı QoS profilleri, Giriş kuyruğu ve çıkış kuyruğunda, IEEE 802.1p Servis Sınıfı (Class-of-Service - CoS), Kaynak/ hedef TCP/UDP port numarasına, Kaynak/hedef IP adresine göre, Ayrılmış Servisler Kod Noktasına (Differentiated Services Code Point – DSCP), Seçilebilen port önceliği, 3Com NBX telefon trafiğinin otomatik sınıflandırılması, Ethertype numarasına göre önceliklendirmeyi destekler.
Bant Genişliği Yönetimi	Akış tabanlı bant genişliği yönetimi, Akışlar erişim kontrol listeleri ile tanımlanabilir, Asgari ve azami eşik değerleri: 64 Kbps artırımlar ile port başına 128 trafik sınıfı, sınıf başına 512 akış.
Kuyruk İşleme	Rasgele Erken Tespit (Random Early Detection – RED), Katı Öncelik Kuyruklama, Bant genişliği yönetimi ile ilişkilendirilmiş WRR kuyruklama algoritmalarını destekler.
Güvenlik Özellikleri	
Ağ Erişimi	IEEE 802.1x kullanıcı kimlik doğrulama, Yerel kimlik doğrulama ve RADIUS kimlik doğrulama
Paket Filtreleme	Donanım içerisinde tel-hızında paket filtreleme, Azami 1536 ACL(Erişim Kontrol Listesi) listesini destekler. 2. 3. ve 4. katmanda ACL filtreleme: fiziksel port, kaynak/hedef MAC adresi, VLAN bilgisi, Ethernet tipi (Ethertype), 3. Katman protokol kaynak/hedef IP adresi, DSCP, veri paketi tipi, IP 4. Katman protokol ve IP 4.Katman portlarına göre paket filtreleme yapabilmektedir.
Anahtar Protokol Güvenliği	RIPv1, RIPv2, OSPFv2 ve SNMPv3 trafiği için MD-5 gizli-yazı ve temiz-yazı kimlik doğrulaması
Anahtar Yönetimi	Anahtar Telnet oturumları üzerinde IEEE 802.1x kullanıcı kimlik doğrulama, Yönetim arayüzü için hiyerarşik yönetim ve şifre koruması
Yönetim Özellikleri	
Sistem Konfigürasyonu ve Yönetimi	Komut Satırı Arayüzü (CLI) konfigürasyon modu, Konsol portu ile konfigürasyon, Telnet ile yerel veya uzaktan konfigürasyon, Çevirmeli modem ile uzaktan konfigürasyon, SNMP v1,v2 ve v3 ile sistem konfigürasyonu, Ayrıntılı istatistikler, RMON grupları: tarihçe, istatistikler, alarmlar ve olaylar, ACL/QoS istatistikleri, IP arayüzü istatistikleri, Sistem logları, Syslog sunucu desteği
Sistem Bakımı	Detaylı alarm/hata ayıklama bilgisi, Hiyerarşik alarmlar, Alarm üretimi, Alarm filtreleme, İstatistikler, Ping ve Traceroute komutlarını destekler, Konfigürasyon yedekleme ve geri yükleme
Sistem Dosya Transfer Mekanizmaları	XModem, FTP ve TFTP
Grafiksel Yönetim	3Com Network Supervisor, 3Com Network Director, HP OpenView için 3Com Network Administrator ve 3Com Enterprise Management Suite ile yönetilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

Meriç ÇETİN, 1980 yılında Denizli'de doğdu. İlkokulu Kayseri'de, ortaokulu ise Erzurum'da bitirdi. 1999 yılında Denizli Anafartalar Lisesi'nden mezun oldu. Aynı yıl girdiği Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden Haziran 2003'te bölüm ikincisi olarak lisans derecesi aldı. Eylül 2003'te Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisans eğitimine başladı. Temmuz 2003-Aralık 2004 arasında bir bilgisayar firmasında mühendis ve bir teknik lisede sözleşmeli öğretmen olarak görev aldı. Aralık 2004'te Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü'ne açılan sınav neticesinde Araştırma Görevlisi olarak atanan Meriç ÇETİN, evlidir.

YAYINLAR

- M. Çetin, S. Altan ve M. Aydos. "*Kampus Ağlarında İstenmeyen Trafiğin Önlenmesi ve Sistem Performansının Arttırılması*". 4. Uluslar arası İleri Teknolojiler Sempozyumu, 28-30 Eylül 2005, Konya.
- Çetin, E., Özer, N.L. ve Çetin, M., "*Porselen izolatörlerde İzolasyon Problemi*", Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, Cilt:11, Sayı:2, 2005.
- Öner, Y., Gürdal, O., Çetin, E. ve Çetin M., "*Küresel Motor Tabanlı Güvenlik Otomasyonu*", 3. Otomasyon Sempozyumu, 11-12 Kasım 2005, Denizli.
- M. Çetin ve M. Aydos. "*Otomatik VLAN Yapılandırmalarında IEEE 802.1x Standardı Kullanımının Sistem Performansına Etkisi*". İletişim Teknolojileri Ulusal Sempozyumu, 17-19 Kasım 2005, Adana.
- M. Çetin, M. Karaman, M. Aydos. "*Risk Oranı Yüksek Veri Yoğunluğuna Sahip Geniş Hastane Ağlarında IEEE 802.1x Standardı ile Ağ Güvenliği ve Otomatik VLAN Yapılandırmaları*". IV. Bilgitek ve Akademik Bilişim 2006 Sempozyumu, 9-11 Şubat 2006, Denizli.
- M. Çetin, A.Uğur, Ş. Bayzan. "*İleri Beslemeli Yapay Sinir Ağlarında Backpropagation Algoritmasının Sezgisel Yaklaşımı*". IV. Bilgitek ve Akademik Bilişim 2006 Sempozyumu, 9-11 Şubat 2006, Denizli.
- A.Uğur, Ş. Bayzan, M. Çetin. "*Kod Gizleme Analizleri Doğrultusunda Geliştirilen Ödev Değerlendirme Yazılımı*". IV. Bilgitek ve Akademik Bilişim 2006 Sempozyumu, 9-11 Şubat 2006, Denizli.

SERTİFİKALAR

- Network Sertifika Programı (PAÜSEM) (Denizli 2004)
- CISCO CCNA-1 Networking Basics (Denizli 2005)
- CISCO CCNA-2 Routers and Routing Basics (Denizli 2005)