

COVID-19 pandemisinin kurumsal ağlarda veri kullanım oranına olan etkisi

Aykut YILMAZ¹
Zafer ASLAN²

Geliş tarihi / Received: 29.06.2022

Düzeltilerek geliş tarihi / Received in revised form: 18.07.2022

Kabul tarihi / Accepted: 21.07.2022

DOI: 10.17932/IAU.ABMYOD.2006.005/abmyod_v17i66001

Öz

Kurumsal ağlarda verinin kullanılması ve işlenmesi konusunun önemi gelişen global dünyada her geçen gün artmaktadır. Sistemlerin yapıları gereği veri kullanımı, bağlantılı yollardan ağ trafiği yoğunluğunu arttırmaktadır. Verinin yoğunluğundaki artış, sistem altyapıları ve performans değerlerine etki eden en önemli faktörlerden biridir. COVID-19 başlamadan önceki veri kullanım miktarlarının kurumsal ağlardaki, ağ trafiğinin kullanım yoğunluk oranlarına olan etkisi ve pandemi sürecinin başlamasıyla gelişen ağ trafiği yoğunluğunun etkisinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi bu yapının daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır. Wavelet Transform (Dalgacık Dönüşümü) ve Continuous Wavelet Transform (Sürekli Dalgacık Dönüşümü) kullanılarak, sistemden elde edilen veri setine dayalı yapılan bir uygulama ile veri yoğunluğunun zamansal değişimi analiz edilmiştir. Wavelet Transform uygulanan COVID-19 öncesi ve sonrasında işlenen sinyal verilerinin (Mbps veya Gbps) analiz çalışması sonrası oluşturulan grafiksel veriler incelenip, yorumlanmıştır. COVID-19 öncesinde 8791 veri varken, COVID-19 sonrasında ise 16167 veri göz önüne alınmış bulunmaktadır. Ayrıca, ağ trafiği incelendiğinde, pandemi döneminde arasında %141 kadar artmışken, ortalamada gözlemlenen ağ trafiği hızı ise %79 artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Covid-19, Kurumsal Ağ, Dalgacık Dönüşüm, Mbps ve Gbps, Dijital Sinyal.

¹*İstanbul Aydın Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Bilgisayar Mühendisliği, aykutyilmaz3@stu.aydin.edu.tr, 34295, Küçükçekmece, İstanbul ORCID ID 1: <http://orcid.org/0000-0002-9728-6222>

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği, 34295, Küçükçekmece, İstanbul ORCID ID 2: <http://orcid.org/0000-0001-7707-7370> zaferaslan@aydin.edu.tr

The Impact of the COVID-19 Pandemic on Data Usage Rate in Enterprise Networks

Abstract

The importance of using and processing data in corporate networks is increasing day by day in the developing global world. Due to the nature of the systems, the use of data increases the network traffic density from the connected roads. The increase in data density is one of the most important factors affecting system infrastructures and performance values. Measuring and evaluating the effect of data usage amounts before the start of COVID-19 on the usage density rates of network traffic in corporate networks and the effect of network traffic density that develops with the onset of the pandemic process provides a better understanding of this structure. By using Wavelet Transform and Continuous Wavelet Transform, the temporal variation of data density was analyzed with an application based on the data set obtained from the system. The graphical data created after the analysis of the signal data (Mbps or Gbps) processed before and after the COVID-19 by using Wavelet Transform were examined and interpreted. a specific results, statistical magnitudes and different scale effects were analyzed. While there were 8791 data before COVID-19, 16167 data were taken into account after COVID-19. In addition, when the network traffic was examined after the pandemic period, it increased %141 times, higher than the speed recorded before pandemic period similarly the average network traffic speed is %79 times.

Keywords: Covid-19, Enterprise Network, Wavelet Transform, Mbps and Gbps, Digital Signal.

Giriş

Kurumsal ağlarda, veri akış performansını arttırmak için gözlem ve analiz işleminin önemi oldukça büyüktür. COVID-19 pandemi sürecinde, veri transfer işlemlerinin yoğun olarak gerçekleştiği bu ağ yapısı ile ilgili olan araştırmalarda yeni akış diyagramlarının oluşturulması, kısa vadede anlık ve uzun vadede ise devamlı olarak veritransferine olumlu yönde katkı sağlamaktadır.

İnternet kullanım oranlarındaki artış, her geçen gün büyüyen ağ topolojilerinin faydası yanında karmaşıklığı daberaberinde getirmiştir. Bununla birlikte ağ bant genişliği kullanan uygulamalarla büyüyen global topolojilerde yüksek oranlarda artış olmuştur (Xiaoyu vd., 2012).

Veri transferinin ağ içinde yoğun olması, aktif sistemler açısından bir dar boğaz oluşturabilme riskini göz önünde bulundurup, yapılacak olan analizlerde bu durumu göz ardı etmemek gerekmektedir. COVID-19 süresince yapılan analizler oluşabilecek potansiyel sorunların saptanmasında kolaylık sağlamaktadır. Ağ içerisinde yapılan analizler sonucunda, ham ağ trafik verisinin analizi yapılırken, olası anormal ağ saldırıları bu yöntemle daha kolay anlaşılabilir. Ağ içerisinden, alınan veri seti detayında kısa ve uzun süreli ağ performans çıktısı elde edilebildiği için veri transferindeki girdi ve çıktılar anlaşılabilir şekilde ayrıntılı olarak analiz edilebilmektedir.

Veri analizinde en önemli unsur, alınan verinin gerçek zamanlı ve doğru olmasıdır. Veri seti için alınacak uygulama katmanı, verinin analizinin kolay ve anlaşılır olmasında yardımcı en temel katman olarak karşımıza çıkmaktadır. Bununla birlikte, veri akışı şemasının üç katmanlı (Tier-3) ağ mimarisi üzerinden ağ içerisinde akış halinde olması uygulama katmanında veri setinin bir bütün olarak incelenmesini sağlamaktadır. Bu yapı içerisinde, Merkez dağıtıcı (CORE Layer), alt yönlendirici (Distribution Layer) ve kenar dağıtıcı (Access Layer) yer almaktadır. Altyapı kategorize edilerek sanal ağlar (VLAN) oluşturularak yapılandırılmalıdır.

Üç katmanlı yapının en yoğun kullanıldığı veri merkezleri ve kurumsal ağ yapılarında izleme, konfigürasyon değiştirme, montaj ve bakım işlemleri sistemlerin yapısı gereği hata toleransı yüksek ve yedekli olarak çalışmaktadırlar. Ayrıca, üç katmanlı yapıda, her katın kendi içinde yönetilmesi ve sorunların o katman içerisinde çözülmesi bu yapıların tercih edilme nedeni sebep olmuştur (URL-6).

Bu araştırmada, pandemi sürecinde elde edilen detaylı veri seti Wavelet Transformu ile inceleme yapıp, oluşacak çıktılar grafik ile gösterilmiştir. Ham sinyal ve sinyal içerisinde bulunan gürültülü yapı ortadan kaldırılarak, verinin en doğru şekli ile analiz edilmesi ve kurumsal ağ içerisinde veri akış performansını en ideal şekilde yapılabilmesini için temel oluşturmaktadır. Analiz sonucunda elde edilen çıktı verileri yorumlanıp, yapı için olası kısa ve uzun vadedeki zaman aralıklarında veri transfer frekans bilgileri elde edilmiştir.

Ön Çalışmalar

Bu çalışmada, pandemi süreci başlamadan önce, kurumsal ağ içerisindeki veri transferleri ve pandemi süreci, veri transfer işlemlerinin değişim oranları incelenmektedir. Pandemi sürecinin, ev ortamında uzaktan bağlanarak

çalışmalarına devam eden kurumsal sistem kullanıcılarının, veri transferlerin boyutlarındaki artışa olan etkisi saptanmaktadır.

Dalgacık Dönüşümü

Herhangi bir sinyalin içerisinde bulunan veriyi çok çeşitli frekanslar içeren sinyaller belirlenen, ölçeklendiren ve çözünürlükler dahilinde işleyip bileşenlerine ayırıştıran, matematiksel fonksiyonlardır (Graps, 1995).

Wavelet Transform fonksiyonları, elde edilen sinyali geniş veya dar bir bakış açısından ele alıp ölçeklendirip ve farklı çözünürlüklerde gösterebilmektedir. Geniş açı içerisinde ele alınan sinyalin, detaylı özellikler içerdiği anlaşılırken, dar bakış açısından incelenmesi yapılan bir sinyalde daha az özellik gözlemlenebilir. Bu durum, Wavelet Transform fonksiyonlarının iki farklı yönünü göstermektedir (Meral 2013).

Wavelet Transform analizi yapılırken, jeofizik biliminde kullanılan birçok Wavelet Transform formülünden yararlanılmaktadır (Kim, 2004).

Wavelet Transform, çok değişken boyutu olan ve durağan olmayan sinyal frekans verisini içeren zaman serilerinin analizinde kullanılır (Daubechies, 1990). Negatif frekansta bulunan sonsuz sinyalin, sonsuz pozitif sinyal oluşturan giden Sin (t) veya Cos (t) sinyal dalgalarının aksine, Wavelet Transformunda sinyal daima sıfırdan başlar, sürekli artış gösterir ve tekrar sinyal sıfıra geri döner. Wavelet Transform çok çeşitleri olmakla birlikte çoğunlukla Ortogonal Wavelet Transform analizini yapmak için kullanılmaktadır (Lindsay vd 1990).

Wavelet Transform formülü aşağıda verilmektedir (Suter 1997).

$$WT \{g; a, b\} = \frac{1}{\sqrt{|a|}} \int_{-\infty}^{\infty} g(t) \psi^* \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (2.1)$$

Yukarıdaki fonksiyonda, a ölçek (a > 0), b şekil, öteleme parametreleridir. t zamanı temsil etmektedir, g (t) göz önüne alınan, incelenmekte olan fonksiyonu göstermektedir. Wavelet Transform fonksiyonu ve * karmaşık eşlenik semboldür. Wavelet Transform genellikle Discrete Wavelet Transform (Ayrık Dalgacık Dönüşümü, DWT) ve Continuous Wavelet Transform (Sürekli Dalgacık Dönüşümü, CWT) ile incelenebilmektedir.

Discrete Wavelet Transform, Wavelet Transformu bir sinyal verisinin kolay ve hızlı bir şekilde gürültüden arındırılması için kullanılabilir. Continuous Wavelet

Transform, rastgele ölçeklendirmeler ve dalgacıklar kullanan Wavelet Transform işlemlerindedir. İşleme giren dalgacıklar Ortogonal olmamaktadır ve bu dönüşümle birlikte toplanan bilgiler birbirleriyle oldukça ilişkilidir. Continuous Wavelet Transformunu kullanarak tahmini olarak yaklaşık bir değer elde etmek için, her ölçek N kez tekrarlanmalıdır, bu işlemde N, zaman serisindeki veri gözlem sayısını ifade etmektedir (Kisaer 1997).

Wavelet Transform yapılan analiz modellemeler, bilinen ve yapılmış olan diğer analiz modellemelerinde bulunan eksik ve tanımlanamayan yönleri gidermekte kullanılan en iyi çözümü oluşturmaktadır. Fourier Transformda kaybolan zaman verisi ve evrişim (convolution) sorunlarını gidermede, Wavelet Transform işlemi sinyal verisinin içinde barındırdığı tüm frekans bileşenlerinin hangi zaman ve hangi genliklerde olduğunu aynı grafikte göstermektedir (Meral, 2013).

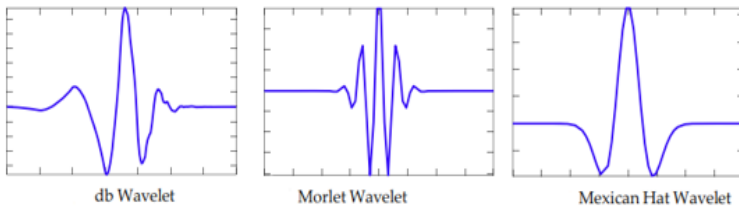
Wavelet Transform temelde, bir sinyalin temel fonksiyonlarına uygulanan konvolüsyon işlemidir. Bir sinyali farklı frekans bantları ve zamana ayırıştırır (Guo vd 2018).

$f(t)$ sinyali genişlerken, işlem teleskopik çeviri sinyali altında gerçekleşir ve $f(t)$ sinyalinin ayrışma işlemi sürekli dalgacık dönüşümü (CWT) olarak adlandırılır. 2.2’de gösterilen, formülde, ana dalgacık olarak gösterilirken, a ölçekleme parametresidir ve b de öteleme parametresidir (Catalao vd 2011) ve (Zhang vd 2019).

$$W_f(a, b) = \langle f, \psi_{a,b} \rangle = |a|^{-(1/2)} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \bar{\psi} \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (2.2)$$

Wavelet Transform, sinyali farklı filtrelerden geçirek filtre eder Yüksek frekans bölgesinde bulunan sinyali yüksek çözünürlük ve zamana, düşük frekans bölgesinde bulunan sinyali ise yüksek çözünürlük frekansa yansıtır(Catalao vd, 2011) ve (Zhang vd, 2019).

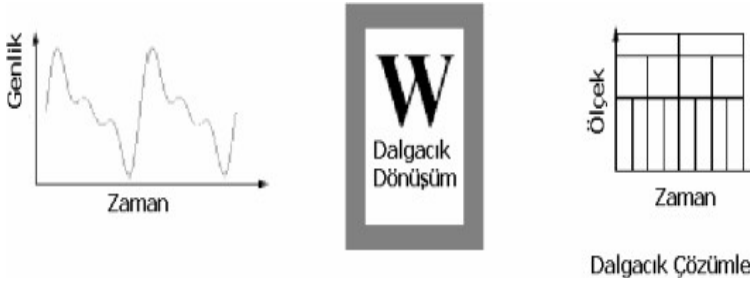
Şekil 1’de, 3 farklı wavelet transform fonksiyonu sunulmaktadır. Bu araştırma çalışmasında db wavelet fonksiyonu (Şekil 1) göz önüne alınmaktadır.



Şekil 1. Wavelet Transform Fonksiyonları (Faust vd, 2015).

Wavelet Transform, iki farklı sinyalin birleşiminden ortaya çıkmaktadır. Bu sinyaller, sinyal verisi ile ana dalgacıktan oluşur kısaca bu işlem iki farklı sinyalin tekrar türetilip, yeniden sinyal oluşturma işlemidir. Wavelet Transform işleminde elde edilen bilgi seti ana dalgacık ile birleştirilip işlem sonrasında ortaya çıkan sinyal, ölçek katsayısı olarak adlandırılan bir katsayı ile ölçek ve zaman düzleminde gösterilir. Dönüşüm işlemi sonrasında zaman ve ölçek ekseninde gösterimi sağlanan grafik veri bilgisinde frekans durum verisinde gözlemlenebilmektedir (Batar, 2005) ve (Polikar, 2021).

Yapılan bu işlemler sonrası, Wavelet Transform, Fourier Transform işlemine göre daha avantajlı olduğunu ve daha iyi sonuçlar ortaya çıkarttığı gözlemlenebilir. Wavelet Transform işlemi sonrasında ortaya çıkan grafik seti sinyalin içerisinde bulunan frekans ve zaman ekseninde birlikte gösterebilmektedir, Şekil 2 (Batar, 2005) ve (Polikar, 2021).



Şekil 2. Wavelet Transform Zaman, Genlik ve Ölçek Alanları (Türkmenoğlu 2006).

Bu çalışmada COVID-19 pandemisinin, kurumsal ağ sistemleri üzerinde veri transferi ve kullanım miktarına olan etkisinin analiz edilerek ve işlenmesinde Continuous Wavelet Transform kullanılmaktadır. Veri setinin derinlemesine incelenmesi (Mbps, Gbps), veri işlem sonrası gürültü bileşenleri giderilip zamana bağlı frekans bileşenlerinin analizi için dalgacık dönüşümünden yararlanılmaktadır.

Dalgacık Dönüşümü Kullanım Alanları

Wavelet Transform işlemleri birçok farklı alanda kullanılmaktadır. Bu alanlardan bazıları Matematiksel İşlemler, Fizik, Kuantum Fiziği, Jeofizik, Elektrik-Elektronik, Sayısal İşaret İşleme, Biyomedikal, Resim İşleme, Savunma Sanayi, Uzay Sanayi, Biyo Mühendislik, Bilgi Teknolojileri gibi çok çeşitli alanlar olarak sıralanmaktadır. Ayrıca, radar, sismik ölçümler ve deprem oluşum tespitleri gibi

alanlarda Wavelet Transform'un geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Arısoy, 2003) ve (Graps, 1995).

Wavelet Transform için kullanılacak olan veriler asimetrik işlenebilmektedirler. Asimetrik olarak işlenen veri setleri üzerinden analizi yapılacak olan veri setinin detaylıca incelemesi, verilerde yapılacak olan uygulamalarla kesinleşmiş doğruyu elde etmede fayda sağlayabilmektedir (Meral 2013).

Wavelet Transformu kullanılan farklı alanlar Çizelge 1'de sunulmaktadır.

Çizelge 1. Wavelet Transform Uygulama Alanları (Aslan vd, 2019).

Fizik, Kuantum ve Matematiksel İşlemler	Finans İşlemlerinin Analizi
Sinyalizasyon ve Deprem	Dosya Sıkıştırma İşlem Analizi
Ses, Resim ve Video İşleme	Yüz Tanımlama Analizleri
Parmak izi Analizi	Şekil ve Desen Tanımlama
Genetik ve Biyoteknoloji Analizleri	Meteorolojik Analizler
Biyoenerji Analizler	Finans ve Döviz Kurları
Göz ve Doku Analizi	Sinyal Çözümleme
Müzik Sinyali	Veri, Dosya ve Belge Analizi
Konuşma ve Yazı Tanımlama Analizi	Tansiyon, Kalp Atım Hızı ve EKG Analizi
Optik ve Hücre Analizi	İşlemci, Ram, Sabit Disk, Ekran Kartı Analiz İşlemleri
Tıbbi Teşhis ve Araştırma Analizleri	Biyoelektrik İşaret Analizleri
Elektroensefalografi (EGG)	Egzoz Emisyon ve Motor Performans Analizleri

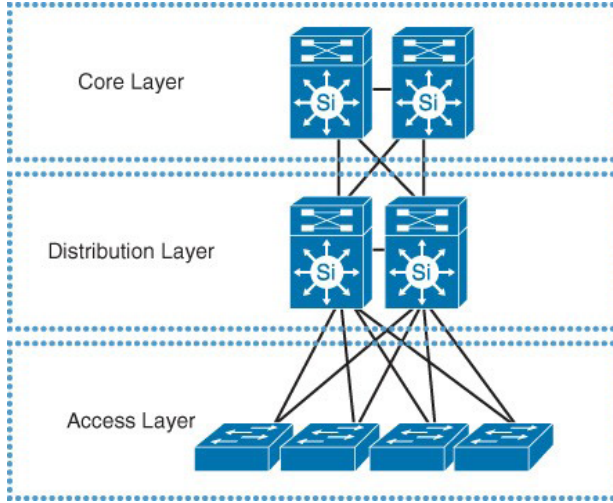
Çevre, atmosfer bilimleri, jeofizik, bilgi güvenliği, enerji vb. gibi Çizelge 1'de belirttiği gibi Wavelet Transform hayatın her alanında gerçek dünya problemlerinin çözümünde yaygın olarak kullanılmaktadır.

Kurumsal Ağlar

Teknolojinin hızla gelişmesiyle birlikte kullanıcı sayısı ve sistem uygulamalarının çeşitliliği buna bağlı olarak artış göstermiştir. Sistem ve Ağ bileşenlerinin ihtiyaçlara oranla büyümesi bu sistemlerin kompleks ve karmaşık olmasına, çok katmanlı bir yapı içerisinde yönetilmesine sebep olmuştur. Çok katmanlı, kompleks yapılardan birisi olan Kurumsal ağ sistemleri, büyük ve çok farklı veri

akışının yoğun olduğu yapılar olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Kurumsal ağlar, son kullanıcı bilgisayarları ve sunucu hizmetlerini güvenilir protokol katmanları ile birbirine bağlayarak sistemlerin uyumlu ve hızlı olarak çalışmasını sağlarlar.

Kurumsal Ağ sistemlerinde, yoğun olarak veri transferi işlemlerinin gerçekleşmekte olması sebebiyle bu sistemlerde veri transfer oranlarının iyi bir şekilde planlaması kompleks ve kritik akışın bulunduğu kurumsal ağ yönetimi için yüksek önem taşır. Kurumsal ağ sistemlerinde veri akışı üç katmanlı ağ mimari üzerinden ağ içerisinde veri akışı halinde olması uygulama katmanında veri setinin bir bütün olarak incelenmesini sağlamaktadır. Kurumsal ağ sistemlerinde, Merkez dağıtıcı, Alt Yönlendirici ve Kenar Dağıtıcı şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Altyapı kategorize edilerek ve sanal ağlar oluşturularak yapılandırılmalıdır (URL-1).



Şekil 3. Üç Katmanlı Ağ Tasarım Modeli (URL-1)

Kurumsal ağ yapıları yüksek hız, fiber altyapı, çoklu platform sistemler ve dağıtık yapıda olan sistemleri şeklinde veri transfer işlemlerinden oluşmaktadır. Kurumsal ağ tasarımları, ileriye yönelik performans değerlendirmeleri ve maliyet hesaplamaları yapılarak altyapıları oluşturulan yüksek hacimli bilgi paylaşımı ve kullanıcıyı destekleyen sistemlerdir.

Kurumsal ağ sistemleri, veri transfer işlemlerinin optimizasyonu ile ağ sistemlerinin veri hızı ve veri taşıma kapasitesini arttırmaya yönelik performans çalışmalarının yapıldığı sistemlerdir. Ağ sistemleri üzerinde yapılacak olan performans optimizasyonları anlık ve uzun süreli optimizasyon sağlamakla birlikte maliyet ve zaman kayıpları hesaplamalarından kazanım elde etmeyi planlar.

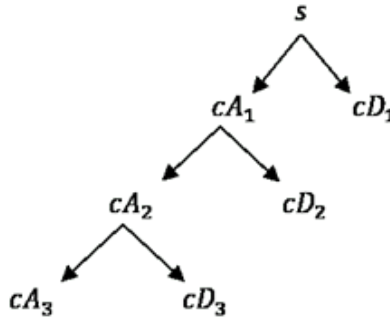
Kurumsal ağlar içinde, çeşitli izleme yazılımları ile takibin yapıldığı, anlık uyarı ve Log sistemlerinin bulunduğu yapılardır. Sistemlerin anlık olarak takibinin yapıldığı yazılımlar ile kritik sistem ve ağ yöneticileri uyarılmakta ve sistem içerisinde alınan politika ve kurallar hızlıca uygulanmaktadır. Sistemlerin anlık olarak takibinin yapıldığı kurumsal ağ cihazları üzerinde çalışan kritik uygulamalar ve servisler yapı içerisinde çalışan personele hizmet vermektedir.

Kurumsal ağ yapısı içerisindeki üç katmanlı ağ yapısının topolojisi iyi çıkartılmalı ve sistemin yönetiminin yapıldığı kullanıcılar tarafından kolayca anlaşılabilir format içerisinde olmalıdır. Topoloji, konfigürasyonlar, takip ve optimizasyon işlemleri kurumsal ağ sistemlerinin en önemli bileşenlerini oluşturmaktadır.

Kurumsal ağ sistemlerinin altyapısında yüzlerce, hatta binlerce kullanıcı bulurken yapı içerisindeki kullanıcılara hizmet eden Merkez Dağıtıcı (Core Layer), Alt Yönlendirici (Distribution Layer) ve Kenar Dağıtıcı (Access Layer) cihazlarının sayısının içerisinde bulunan sanal ağlar yapısı verilen son kullanıcı hizmet sayısına oranla artmakta ve yapı kompleks olmaktadır. Kurumsal ağ sistemleri, ağ yönetim merkezi birimi tarafından profesyonel yetkinlikte bulunan ağ yöneticiler tarafından yönetilmektedirler.

Veri ve Yöntem

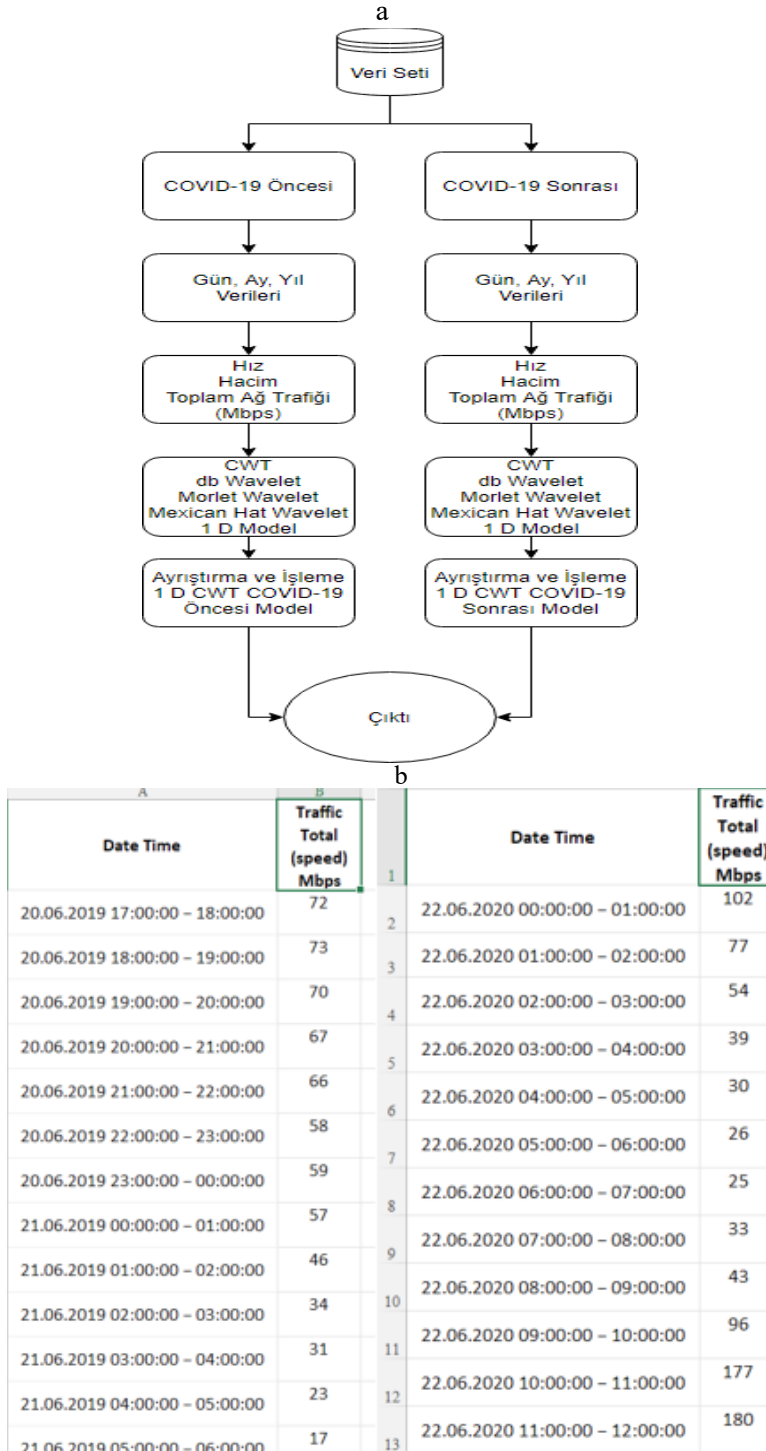
Bu çalışmada Wavelet Transform ile yapılacak olan veri seti analizinde, işlenecek olan verinin düşük ve yüksek frekanslı değerleri yaklaşım (A) ve ayrıntılar(D) incelenmektedir. Veri seti içerisinde bulunan büyük periyotlu veri bilgisi düşük frekansları, küçük periyotlu veri bilgisi yüksek frekansların değerini göstermektedir. Dönüşümü yapılan veri seti içerisindeki sinyal, işlem yapılan dönüşümler sayesinde daha kolay ayrıştırılabilir ve anlaşılabilir. Sinyalin detay analizi, elde edilecek bilgiyi arttırırken, veri içindeki gürültü miktarını düşürmekte ve anlaşılması daha kolay bilgi sunmaktadır.



Şekil 4. 3.Seviyeden Sinyal Ayrıştırma Analizi (URL-2)

Analizi yapılacak olan Network (Ađ) trafik verisi, veri türü Mbps (Mega Bits Per Second) ve Gbps (Giga Bits Per Second) birimlerinde olacağından verinin içerisinde yüksek boyutlu ve düşük boyutlu anlık Network (Ađ) trafiği olacaktır. Veri analizi edilirken, veri trafiği akış hızının Max ve Min oranları detaylıca analizde gözlemlenmektedir. Ayrıca, analizi yapılacak olan verinin bir bütün olarak ele alınmasıyla birlikte veri içeriğinin anlaşılır ve tür olarak Mbps veya Gbps olması sürekli olarak tekrarlanan verilerin olmayışı verilerde herhangi bir sapma probleminin bulunmaması sebepleriyle Normalizasyon yapmaya gerek duyulmamaktadır.

Veri seti içerisinde COVID-19 öncesi ve COVID-19 sonrası verilerin bulunması sebebiyle elde edilecek olan ađ trafik bilgisi kapsamlı ve detaylı olarak eklenmiştir. Bu yapı içerisinde çeşitli izleme ve gözlem yazılımları aracılığıyla bu yapı içerisinde belirtilen tarihler arasındaki veri seti en anlamlı ve işletilebilir yapıda alınabilecektir. şekil 5'te veri setinin akış ve işleyiş şeması detayları gösterilmektedir.



Şekil 5. Örnek Veri, Akış Şeması (a) ve Veri Seti (b) Algoritması

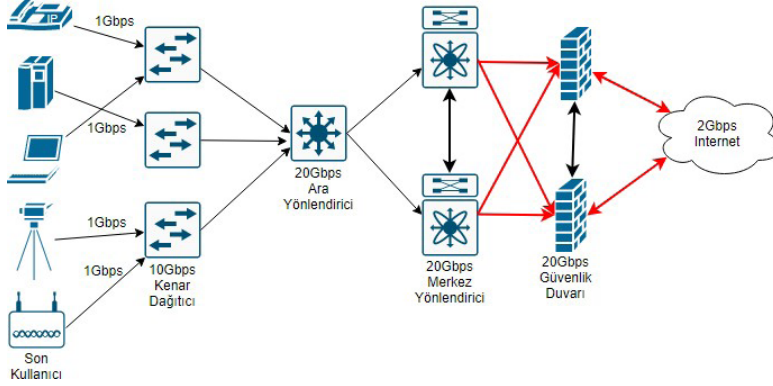
Analiz esnasında toplanan Network (Ağ) trafik verisinin, Hız (Speed), Hacim (Volume), Toplam Band Genişliği (Total Throughput) gibi değerleri Gelen (Download) ve Giden (Upload) trafik verisinin içerisinde yer almaktadır. Toplanan trafik verisinin çok olması sebebiyle, trafik yoğunluk bölgeleri Wavelet Transformdan yararlanılarak grafiksel görseller oluşturulmuştur.

Veriler işleme ve ayrıştırma işlemi yaparken Continuous Wavelet Transform işleminden yararlanıp, Daubechies Wavelet, Mexican Hat Wavelet ve Morlet Wavelet Transform analizleri 1-D işlemleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, elde edilen verilerin COVID-19 öncesi ve sonrasında ağ yoğunluk haritasında pandemi sürecinin etkileri yorumlanmaya çalışılmıştır. Küçük, orta ve büyük ölçekli olayların veri trafiği üzerindeki rolü araştırılmıştır.

Analiz

Yapılan uygulama ile kurumsal ağlarda COVID-19 öncesi (01.03.2019-28.02.2020) ağ trafiğinin analizi ve v-19 sonrası (01.03.2020-30.04.2022) tarihlerinin ağ trafiği analizleri yapılmıştır. Bu analizde ağ altyapısının topolojisi gereği üç katmanlı olması sebebi ile analiz esnasında doğru verilerin elde edilebilmesi için alınacak olan ağ trafik verisinin doğru bir noktadan seçilmesi gerekmektedir. Ağ topolojisinde COVID-19 öncesi ve sonrası trafik verisi Şekil 6'da görüleceği üzere kırmızı olarak belirtilmiş noktadan alınacaktır.

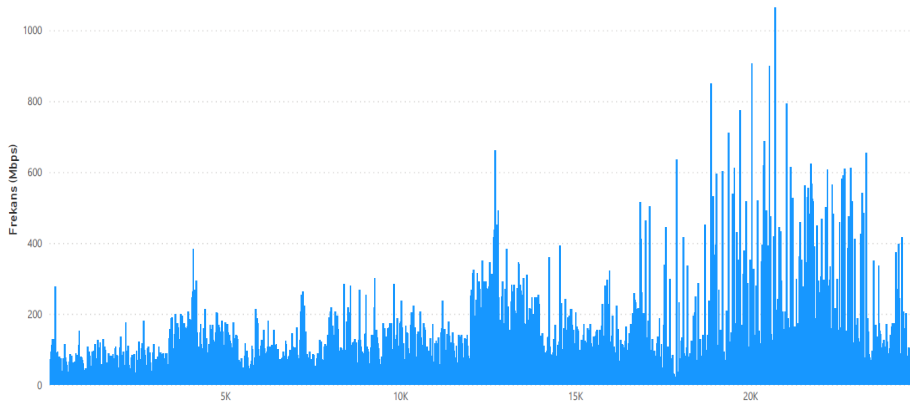
Ağ topolojisinde kırmızı ile gösterilen alanalar, lokal ağ trafiğinden internete doğru tarafta çıkış yapılan alandır ve lokal ağ trafiğinin tamamı bu alan içerisinde hareket etmektedir. İlgili noktalar ayrıca, İnternet üzerinden, lokal ağ trafiğine katılım noktasını göstermektedir ve internet üzerinden lokal ağ trafiğine istek yapan kullanıcılar bu ağ içerisinde hareket etmektedirler. Topolojide aktif ve pasif güvenlik duvarı bulunmaktadır, alınan veri seti aktif olan güvenlik duvarının LAN (Local Area Network) bacağından alınmıştır. Güvenlik duvarının aktif ve pasif olma durumu değişkenlik göstermesinden dolayı lokal 'deki bağlantılar iki yönlü olarak gösterilmiştir. Bu aşamada veri setinin çıkartıldığı alan, istenilen ağ trafik verisinin doğru bir veri akış şeması üzerinden elde edebileceğini göstermektedir. Şekil 6'da görülen bu araştırma çalışması kapsamında oluşturulan ağ topolojisi gerçek dünya topolojisidir ve birçok kurum, kuruluş, özel sektör tarafında lokal ağ içerisinde kullanılmaktadır.



Şekil 6. Uygulama Alanı Ağ Topolojisi.

Uygulamada MATLAB 2020b ve Wavemenu özellikleri kullanılmaktadır. Veri seti İstanbul Aydın Üniversitesi Bilgi İşlem Daire Başkanlığının izni ile PRTG Network Monitoring Tool ve Cisco Prime Infrastructure üzerinden alınmıştır. İşlenecek olan veri havuzundan COVID-19 öncesinde 8791 saatlik (20.06.2019-21.06.2020) veri varken, COVID-19 sonrasında ise 16167 saatlik (22.06.2020-30.04.2022) veri göz önüne alınmış bulunmaktadır. COVID-19 öncesi dönemde bulunan (01.03.2019-19.03.2019) dönemine ait veriler ilgili Monitoring programlarından alınamamıştır. Toplamdaki 24.958 adet veri içeriği bakımından Gün/Ay/Yıl ve Saat olacak şekilde sıralanmıştır. Saatlik olarak alınan verilerin analizi yapılırken, çeşitli kesintiler, sistem çalışmaları, ISP (Internet Service Provider) kaynaklı problem gibi durumlar olabilme ihtimali olmasından, alınan verilerin anlamlı ve işlenebilir olması için düzenlenmesi yapılmış, toplamda hata %1.5 (375 birim saat) altında olarak gözlemlenmiştir.

Frekans / Zaman Grafiği



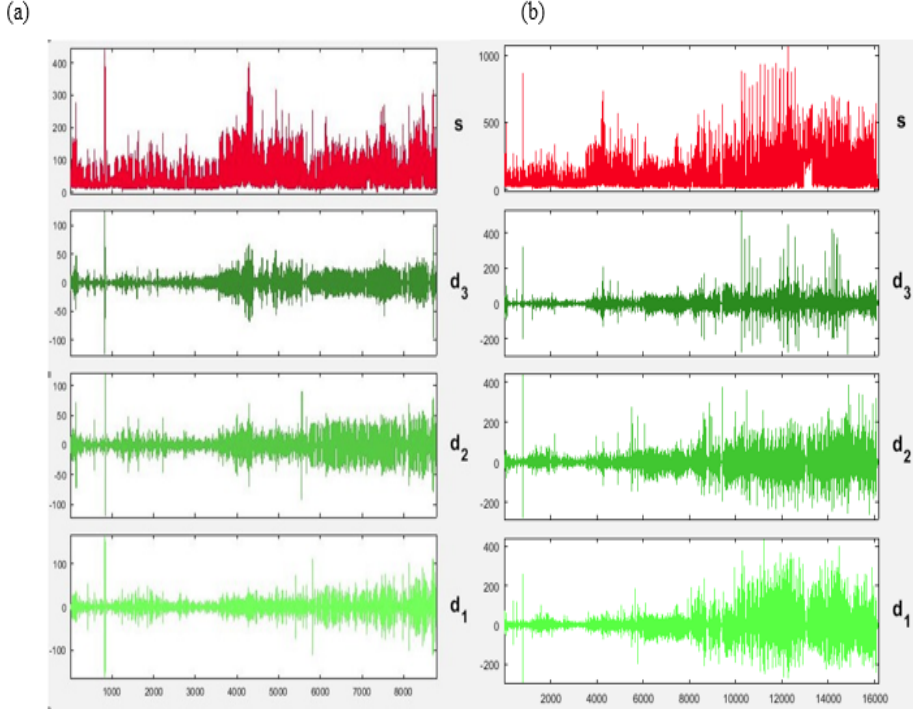
Şekil 7. Pandemi Öncesi ve Sonrası Olmak Üzere Tüm İnceleme Dönemine Ait Frekans Değerlerinin Saatlik Değişimi (20.06.2019-30.04.2022)

Çizelge 2’de pandemi öncesi ve sonrası veri yoğunluğu değerlerine ait istatistiksel büyüklükler sunulmaktadır.

	Maks (Mbps)	Min (Mbps)	Ortalama (Mbps)	Ortanca	S.Sapma	Değişinti	Çarpıklık	Basıklık
Covid-19 Öncesi	441	6	62,05	50	48,12	2315,4	1,57	3,85
Covid-19 Sonrası	1065	10	111.5	80	110,3	12155,21	2,69	10,44
Artış Oranları	%141	%66	%79	%60	%129	%424	%71	%171

Çizelge 2. Veri Yoğunluğu İstatistikleri.

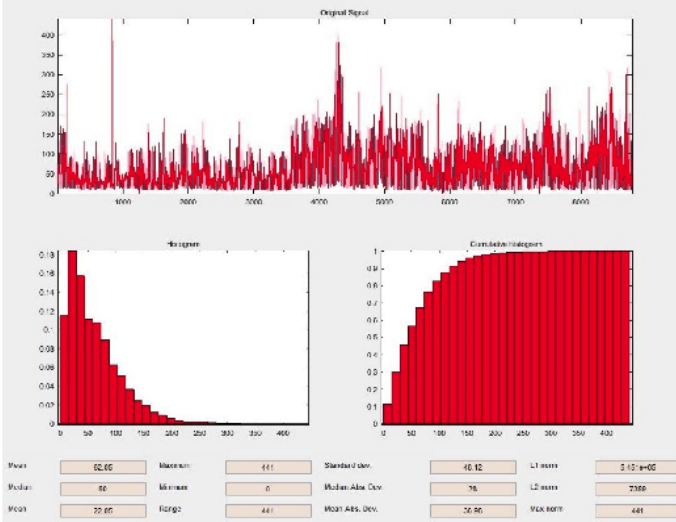
Ağ trafiği içerisinde kullanım oranları incelendiğinde, COVID öncesi ve sonrası ağ trafik kullanım oranlarındaki artışın gözle görülür bir oranda olduğunu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, artış oranları Çizelge 2’de detaylıca verilmiştir. Özellikle son yarıda pandemi döneminde frekans değerlerinde önemli artış gözlenmektedir. Çizelge 2’ye göre, bu artış oranının istatistiksel büyüklükler üzerindeki yansıması %71 ile %424 arasında değişmektedir.



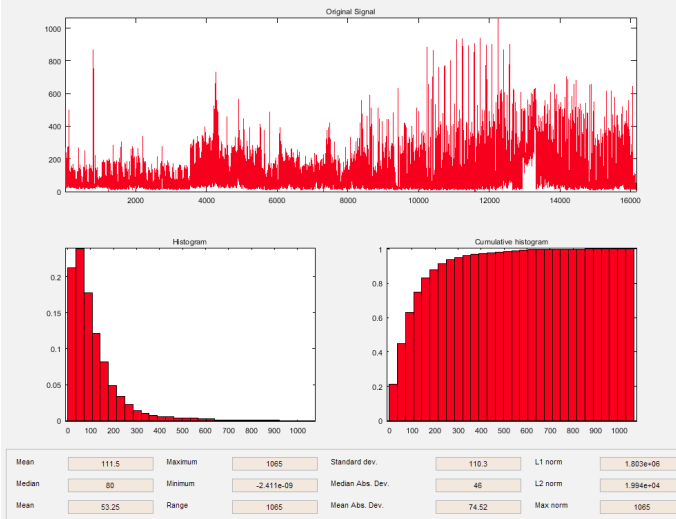
Şekil 8. COVID-19 Öncesi (a) (20.06.2019-21.06.2020) ve Sonrası (b) (22.06.2020-30.04.2022) Daubechies Wavelet Transform Veri Yoğunluğu.

Şekil 8'a ve b de, COVID-19 öncesi ve sonrası dönem ile ilişkili olarak sayısal sinyal (Mbps ve Gbps) zamansal değişimi sunulmaktadır. İnceleme dönemi ortasında ve ikinci yarıda veri yoğunluğunda belirgin artış gözlenmiştir. Genel sinyal yoğunluğu değişiminde, büyük ölçekli olayların baskın rolü gözlenmekle birlikte, orta ve küçük ölçekli olaylar da önemli etki oluşturmaktadır. Özellikle pandemi sonrası Şekil 8 b'den, büyük ve küçük ölçekli olayların rolünde 2-4 katı artış olduğu saptanmıştır.

(a)



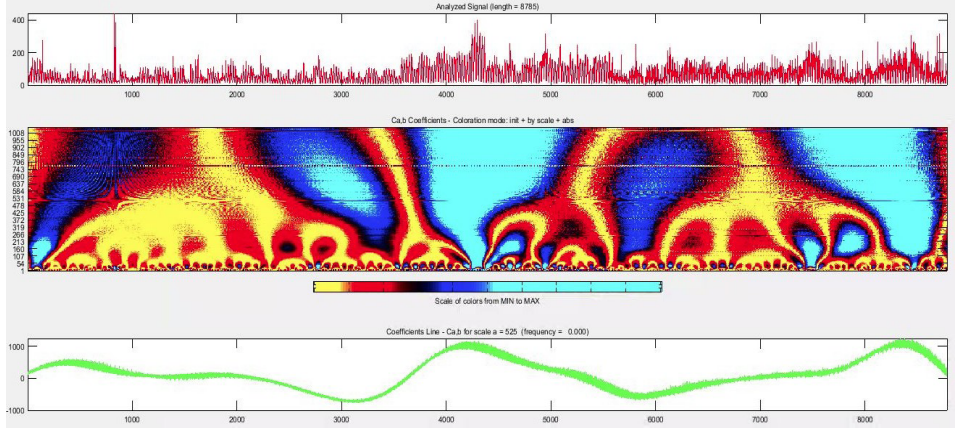
(b)



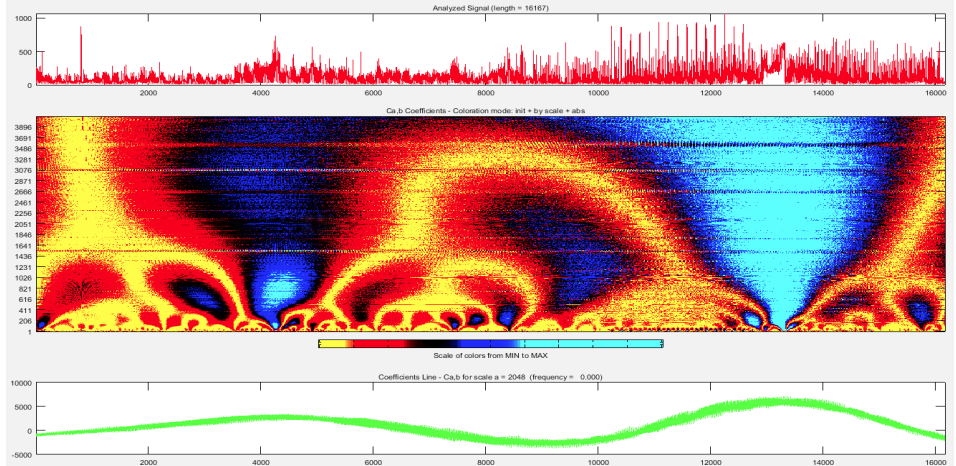
Şekil 9. COVID-19 Öncesi (a) ve Sonrası (b) Veri Yoğunluk Frekansları.

Şekil 9, veri yoğunluğu karşılaştırması, frekans dağılımı, istatistiksel büyüklükleri göstermektedir. Veri trafiği ortalaması 62,5Mbps değerinden 111,5Mbps değerine, sınıf orta değeri 50'den 80Mbps değerine, mod değeri ise, 22,05 değerinden 53,25 Mbps değerine ulaşmıştır. (Şekil 9a, b)

(a)



(b)



Şekil 10. Mexican Hat Wavelet Transform COVID-19 Öncesi (a) ve Sonrası (b) Veri Yoğunluğu.

Şekil 10, a ve b de sürekli Wavelet analizi sonuçları sunulmaktadır. Pandemi öncesi(a) veri trafik yoğunluğu Sayısal sinyal değerlerinin değişimi son döneme kadar daha çok küçük (sarı-kırmızı) ve kısmen orta ölçekli (kırmızı-siyah) olayların etkisinde iken, son dönemde, büyük ölçekli olayların (mavi, koyu mavi) baskın etkisi gözlenmektedir.

Pandemi öncesi küçük ölçekli olayların periyodu, 8.89 gün büyük ölçekli olayların periyodu ise 42 gün arasında değişmektedir. Pandemi sonrası küçük ölçekli olayların periyodu 17.1 gün, büyük ölçekli olayların periyodu ise 162 güne yükselmiştir. Pandemi öncesi 3750-4400 sinyal bölgesinde (23.11.2019-20.12.2019) büyük ölçekli olayların baskın etkisi olduğu gözlemlenmektedir (mavi bölge).

Pandeminin Mart 2020 ayında başladığı bilinmekle beraber, olası etkilerinin ilk sinyalinin 3750-4400 (23.11.2019-20.12.2019) gözlem değerleri arasında fark edildiği vurgulanabilir. Pandemi sonrası (b) değişim farklı yapı göstermekte, büyük ölçekli olayların inceleme dönemi başlangıcında, ortasında ve sonunda daha etkili olduğu gözlenmektedir. İnceleme dönemi boyunca, sürekli olarak küçük (sarı lokal) ve orta ölçekli olayların (kırmızı) etkisi bulunmaktadır.

Avrupa’da ilk COVID-19 vakasının ortaya çıktığı tarih olarak resmi kayıtlarda Bordeaux, France, 24 Ocak 2020 (URL-3) geçerken, Asya’da ise Wuhan City, China, 31 Aralık 2019 (URL-4) tarihlerini, Amerika’da ise Washington 21 Ocak 2020 olarak kayıtlara geçmiştir (URL-5).

Alınan veriler üzerinden yapılan detaylı incelemelerde, COVID-19 dönemi öncesinde maksimum ağ trafik hızı 441Mbps ye çıkabilmişken toplam veri transferde saatlik ortalama 62.05Mbps seviyesinde olduğu gözlemlenmiştir. Diğer yandan, COVID-19 sonrası pandemi sürecinin başlamasıyla birlikte maksimum ağ trafik hızı 1065Mbps ye yükselirken ortalama trafik hızı saatlik 111.5Mbps olmuştur. Bu dönemde saatlik veriler üzerinde yılın aynı zamanlarına oranla %141 artış gözlemlenirken, toplamdaki ortalama ağ trafik hızı ise %79 artış göstermiştir.

Tartışma ve Sonuç

COVID-19 sürecinin başlamasıyla birlikte kurumsal ağlardaki trafik kullanım yoğunluğunun arttığı gözlemlenmiştir. Kullanım yoğunluğunun artışının sebebi bu sistemlerdeki kullanıcı gruplarının ofis ortamlarından ev ortamlarına doğru kaymaları ve uzak bağlantı modellerini kullanarak çalışmalarınıdır. Ayrıca, kullanım miktarlarındaki yoğunluğun artışı dosya transfer işlemlerini arttıracığından, buna bağlı olarak veri işleme miktarının arttığı gözlemlenmiştir.

Kullanıcıların ev ortamları ve uzak bağlantı modellerini kullanması sebebiyle yüksek hız genişliğine sahip ağ ortamlarının özellikle üç katmanlı ağ trafik yapısı olan kurumsal ağlardaki önemi yapılan bu çalışmayla birlikte ortaya çıkmıştır. Sistem ve teknolojik ağ altyapısının ileriye dönük planlamalar ve doğru bir topoloji ile kurgulanması gerekliliği önerilebilir. Ayrıca, Wavelet Transformasyonu ile verilerin analiz ve değerlendirilmesi, yorumlanması kolaylaşmakta, özellikle 1D işlemlerde oldukça yüksek performans göstererek detaylı grafiksel veriler elde edilmektedir. Ağ trafik verisinin yoğunluğunu, incelerken veri formatının Gün/Ay/Yıl ve Saat dilimlerinden oluşması bilgi işlemeyi kolaylaştırmıştır. Bu uygulama ile ayrıca sinyal verisinin, orijinal hali ve farklı seviyelerdeki değişiminin zaman ve frekans ortamında incelenmesine yer verilmektedir. Benzer bir çalışma olan, Dyllon, S., Xia, P., tarafından yapılan “Wavelet Transform for Educational Network Data Traffic Analysis” araştırma çalışması ile benzerlik göstermektedir. İlgili çalışmada dönemsel geçişlerin ve yoğunlukların ağ trafiğindeki haritası çıkartılmış farklı Wavelet modelleri ile yorumlamaya çalışılmıştır.

Genel olarak sinyal yoğunluğu değişiminde büyük ölçekli olaylar baskın rol oynamaktadır. Özellikle pandemi sürecinde büyük ve küçük ölçekli olayların birlikte etkisi gözlenmektedir.

Yapılan çalışma ile ortaya çıkan sonuçlara bakıldığında COVID-19 öncesi ağ trafiği verisi ile, COVID-19 sonrası ağ trafik verisi arasında belirgin bir artış gözlenmiştir. Ağ trafiği, ortalama hızı COVID döneminde %141, ortalama ağ trafik hızı ise %79 artış göstermiştir. Bu artışlar, kurumsal ağ trafiği incelendiğinde birimlerin Mbps veya Gbps’ e yükselmesi sebebiyle yüksek yoğunluklu veri trafiğinin var olduğunu göstermektedir. Benzer artış bulguları Xiaoyu, T., Lu, L., Ying, L tarafından yapılan “A New Generation Theory and Technology of Mobile Fusion Network” araştırma çalışması ile uyum göstermektedir.

Bu çalışmada Continuous Wavelet Transform işlemlerini kullanarak kurumsal ağ yapısındaki veri kullanım yoğunlukları incelenmiştir. Bu araştırmanın ışığında yeni bir inceleme konusu, veri transfer işlemlerinin çok yoğun olduğu ortamlar için bir sonraki döneme yönelik olarak makine öğrenme tekniklerine dayalı kestirimler yapılabilir. COVID-19 pandemi sürecinin bitmesi sonrası analizlerin tekrar değerlendirilmesi, farklı 2D, 3D Wavelet Transform modellerine dayalı karşılaştırmalı uygulamalar yapılması planlanmaktadır.

Kaynaklar

- [1] Arisoy, E. (2004). Wavelet (dalgacık) tabanlı senkron generatör koruma algoritması (Master's thesis, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- [2] Aslan, Z., Dokmen, F., Feoli, E., Siddiqi, A, H. (2019). Assesment of Water Quality Model Using Fuzzy Logic System: A Case Study of Surface Water Resources in Yalova of Turkey, NOVA Science Publishers Inc. New York, ss.103-118.
- [3] Batar, H. (2005). EEG işaretlerinin dalgacık analiz yöntemleri kullanılarak yapay sinir ağları ile sınıflandırılması, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sütçü İmam Üniversitesi, 2005.
- [4] Catalão, J. P. S., Pousinho, H. M. I., Mendes, V. M. F. (2011). Short-term wind power forecasting in Portugal by neural networks and wavelet transform. *Renewable Energy*, vol. 36, no. 4, pp. 1245–1251, 2011.
- [5] Daubechies, I. (1990). The wavelet transform time-frequency localization and signal analysis., *IEEE Transactions on Information Theory*, pp. 961-1004.
- [6] Dyllon, S., & Xiao, P. (2018). Wavelet transform for educational network data traffic analysis. *Wavelet Theory and Its Applications*, Edited by Radhakrishnan, S., Intechopen, London, UK, 155-172.
- [7] Faust, O., Acharya, U. R., Adeli, H., & Adeli, A. (2015). Wavelet-based EEG processing for computer-aided seizure detection and epilepsy diagnosis. *Seizure*, 26, 56-64.
- [8] Graps, A. (1995). An introduction to wavelets. *IEEE Computational Science and Engineering*, 2(2), 50-61.
- [9] Guo M.F., Yang, N, C., You, L, X. (2018). Wavelet-transform based early detection method for short-circuit faults in power distribution networks. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 99, pp. 706–721.
- [10] Kaiser, G., A. (2020). *Friendly Guide to Wavelets* (Modern Birkhäuser Classics), Cambridge, Published by Birkhäuser, 2011th edition.
- [11] Kim, S.S., Reddy, A.L.N., Vannucci, M. (2004). Detecting traffic anomalies using discrete wavelet transform, *International Conference ICOIN*, pp. 951-961.
- [12] Lindsay, R.W., Percival, D.B., Rothrock, D.A. (1996). The discrete wavelet transform and the scale analysis of the surface properties of sea ice. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, pp. 771-787.

- [13]Meral, T. (2013). Veri Analizinde Dalgacık Teorisinin Etkinliği, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik Anabilim Dalı, Kocaeli Üniversitesi.
- [14]Polikar R. (2021). The Engineer's Ultimate Guide To Wavelet Analysis The Wavelet Tutorial, Wavelets (Mathematics), https://scout.wisc.edu/archives/r17074/the_wavelet_tutorial_the_engineers_ultimate_guide_to_wavelet_analysis, (Erişim Tarihi: 07.05.2021).
- [15]Suter, B. (1997). Multirate and Wavelet Signal Processing, USA, Academic Press, Volume 8 1st Edition.
- [16]Türkmenoğlu, V. (2006). Güç elektroniği devrelerinin bilgisayar destekli çözümlenmesinde dalgacık yaklaşımının incelenmesi, Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- [17]Xiaoyu, T., Lu, L., Ying, L., A. (2012). New Generation Theory and Technology of Mobile Fusion Network, Posts and Telecommunications Press, vol. 11, pp. 101-103.
- [18]Zhang, J., Sun, H., Sun, Z., Dong, W., Dong, Y. (2019). Fault diagnosis of wind turbine power converter considering wavelet transform, feature analysis, judgment and BP neural network, IEEE Access, vol. 7.

İnternet Kaynakları

- URL-1, Enterprise Campus Architecture Design, Cisco, <https://www.ciscopress.com/articles/article.asp?p=2448489> ,(Erişim Tarihi:27.05.2021).
- URL -2, 1-D wavelet decomposition, Mathworks, <https://www.mathworks.com/help/wavelet/ref/wavedec.html> ,(Erişim Tarihi: 28.05.2021).
- URL-3, 2019-nCoV outbreak: first cases confirmed in Europe, Euro WHO, <https://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/coronavirus-covid-19/news/news/2020/01/2019-ncov-outbreak-first-cases-confirmed-in-europe> (Erişim Tarihi: 12.11.2021).
- URL-4, Novel Coronavirus (2019-nCoV) Situation Report-1, Euro WHO, <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200121-sitrep-1-2019-ncov.pdf> (Erişim Tarihi: 12.11.2021).
- URL-5, A Timeline of COVID-19 Developments in 2020, AJMC, <https://www.ajmc.com/view/a-timeline-of-covid19-developments-in-2020> (Erişim Tarihi: 12.11.2021).
- URL-6, Üç Katmanlı Mimari, IBM, <https://www.ibm.com/tr-tr/cloud/learn/three-tier-architecture> (Erişim Tarihi: 20.11.2021).