



**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNDE CBS UYGULAMALARI
VE GERÇEKLEŞEN KESİNTİLERİN CBS ENTEGRASYONU
İLE RAPORLANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ

**DANIŞMAN
Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN**

**SAMSUN
2021**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI



**ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNDE CBS UYGULAMALARI
VE GERÇEKLEŞEN KESİNTİLERİN CBS ENTEGRASYONU
İLE RAPORLANMASI**

Yüksek Lisans Tezi

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ

Danışman
Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN

SAMSUN
2021

TEZ KABUL VE ONAYI

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ tarafından, Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN danışmanlığında hazırlanan “Elektrik Dağıtım Sisteminde CBS Uygulamaları ve Gerçekleşen Kesintilerin CBS Entegrasyonu İle Raporlanması” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından 26.1.2021 tarihinde yapılan sınav sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

	Unvanı Adı Soyadı Üniversitesi Ana Bilim/Ana Sanat Dalı	İmza	Sonuç
Başkan	Prof. Dr. Tarık TÜRK Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	<hr/>		
Üye (Danışman)	Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi Harita Mühendisliği Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret
	<hr/>		
Üye	Doç. Dr. Çetin KURNAZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi Elektrik Elektronik Anabilim Dalı		<input checked="" type="checkbox"/> Kabul <input type="checkbox"/> Ret

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

ONAY
... / ... / ...
Prof. Dr. Ali BOLAT
Enstitü Müdürü

ÖZET

ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMİNDE CBS UYGULAMALARI VE GERÇEKLEŞEN KESİNTİLERİN CBS ENTEGRASYONU İLE RAPORLANMASI

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Harita Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans, Ocak/2021
Danışman: Doç. Dr. Aziz ŞİŞMAN

Yaşam için çok değerli bir enerji kaynağı olan ve kapsamlı şekilde depolanması mümkün olmayan elektrik enerjisinin yönetimi, günümüzde üretimi kadar önemli bir yer tutmaktadır. Bu hususta gerçekleştirilen çalışmalardan birisi de elektrik dağıtım sistemlerinde Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) uygulamalarının yer alması ve aktif olarak kullanılmasıdır. Elektrik dağıtım sistemlerinde bulunan envanterlerin büyük kısmı konumsal özelliklere sahip olduğundan ve şebeke özelliği taşıdığından görüntüleme, sorgulama, analiz, veri yönetimi gibi birçok fonksiyon için CBS kullanımı bir ihtiyaç haline gelmiştir.

Elektrik dağıtım sistemleri gibi kurumsal bir yapı barındıran işletmeler için CBS kullanılması kadar kurgulanması da önemli bir süreci kapsamaktadır. Bu kapsamda tezde öncelikle elektrik dağıtım sistemlerinde CBS altyapıları ve uygulamaları incelenmiş olup kurgu, tasarım ve uygulamalar açısından önemli özelliklere değinilmiştir.

Elektrik dağıtım sistemlerinin yaşam döngüsü içerisinde en çok karşılaşılan sorunların başında kesintiler gelmektedir. Gerçekleşen kesintilerin en kısa sürelerde giderilerek enerji arzının sağlanması ilgili kurumların önemli görevlerinden birisidir. Ayrıca söz konusu kesintilerin hangi kullanıcıları ne kadar süre etkiledikleri de bağlı bulunan mevzuatlar ve hizmet kalitesi gereği bilinmesi gereken bir bilgidir.

Şebeke üzerinde gerçekleşen kesintiler ilgili süreçlerin yönetim sistemleri tarafından kayıt altına alınmaktadır. Her bir kesinti için CBS kullanılarak şebeke üzerinde akış analizleri gerçekleştirip etkilenen kullanıcılar tespit edilebilmektedir. Farklı sistemlerin birbirlerini takip eden işlemleri kurumsal ve işlem sayısı fazla olan işletmelerde manuel gerçekleştirilmesi yürütülmesi zor ve ağır süreçler meydana getirmektedir. Bu noktada birbirinden bağımsız işlemlere sahip olan sistemlerin entegrasyonu ihtiyacı doğmaktadır.

Hazırlanan tezde elektrik dağıtım sistemlerinde CBS altyapıları ve uygulamaları ile birlikte entegrasyon mimarileri incelenmiş avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir. Akabinde kesinti özelinde gerçekleştirilecek bir entegrasyon ile CBS ortamında otomatik raporlamanın nasıl yapılabileceğine dair bir uygulama geliştirilerek pratik bir çözüm önerisi sunulmuştur. Gerçekleştirilen uygulamada son yıllarda en popüler yazılım dillerinden olan python tercih edilmiştir. Ayrıca elektrik dağıtım sistemleri gibi farklı platformlarda çalışan bağımsız sistemlerin kullanıldığı ve bu sistemlerin üreticilerinin değişkenlik gösterdiği işletmeler için tercih edilen

SOA (Service Oriented Architecture) entegrasyon yöntemi altında kurgulanabilecek bir tasarım gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Sözcükler: CBS, Elektrik, Dağıtım, Kesinti, Entegrasyon



ABSTRACT

GIS APPLICATIONS IN ELECTRICITY DISTRIBUTION SYSTEM AND REPORTING OF OUTAGES WITH GIS INTEGRATION

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ
Ondokuz Mayıs University
Institute of Graduate Studies
Department of Map Engineering
Master, January / 2021
Supervisor: Assoc. Dr. Aziz ŞİŞMAN

Management of electrical energy, which is a very valuable energy source for life and cannot be stored comprehensively, is as important as its production today. One of the studies carried out in this regard is the inclusion and active use of GIS (Geographical Information Systems) applications in electricity distribution systems. Since most of the inventories in electricity distribution systems have spatial characteristics and have network characteristics, the use of GIS has become a necessity for many functions such as monitoring, querying, analysis and data management.

For businesses that have an institutional structure such as electricity distribution systems, the use of GIS covers an important process as well as setting it up. In this context, first of all, GIS infrastructures and applications in electricity distribution systems have been examined and important features in terms of setup, design and applications are mentioned.

One of the most common problems in the life cycle of electricity distribution systems is interruptions. Providing energy supply by eliminating the cuts in the shortest time is one of the important duties of the relevant institutions. In addition, it is important to know which users and how long these interruptions affect which users are due to the applicable legislation and service quality.

The outages occurring on the network are recorded by the management systems of the relevant processes. For each outage, using GIS, flow analysis can be performed on the network and affected users can be identified. Performing the successive operations of different systems manually in corporate and enterprises with a high number of transactions creates difficult and heavy processes to carry out. At this point, the need for the integration of systems with independent functions arises.

In this thesis, GIS infrastructures and applications in electricity distribution systems, as well as integration architectures are examined and their advantages and disadvantages are stated. Subsequently, a practical solution was developed by developing an application on how to do automatic reporting in the GIS environment with an integration specific to interruption. Python, one of the most popular software languages in recent years, has been preferred in the implementation. In addition, a design that can be built under the SOA (Service Oriented Architecture) integration method, which is preferred for businesses where independent systems operating on different platforms such as electricity distribution systems are used and the manufacturers of these systems vary.

Key Words: GIS, Electricity, Distribution, Outage, Integration

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Lisans öğrenimimde Coğrafi Bilgi Sistemleri konusunda verdiği ufuk açıcı eğitimlerle kendimi yetiştirmemde fayda sağlayan ve bu alana yönelmemi sağlayan kıymetli Doç. Dr. Ozan Arslan hocama ve yazılım geliştirme konusunda beni cesaretlendiren Doç. Dr. Orhan Kurt hocama saygılarımı sunarım.

Gerek çalışmalarında ve gerekse çalışmalarım dışında her konuda yanımda olan, birlikte çalışmaktan onur duyduğum ve bir danışmanın çok ötesinde bilgi ve tecrübeleriyle yolumu aydınlatan değerli danışmanım Doç. Dr. Aziz Şişman hocama minnettarım.

Hayatım boyunca her zaman yanımda olan desteklerini her an yanımda hissettiğim kıymetli aileme, lisansüstü çalışmalarım boyunca kendilerine gerekli zamanı ayıramadığım için sabır gösteren ve dönüm noktalarında hedefe yürümem konusunda umut veren değerli eşime ve oğluma teşekkür ederim.

Ahmet Bahadır ÜNVERDİ

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iii
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Probleminin Tanımı	4
1.2 Tezin Amacı	5
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1 Elektrik Dağıtım Sistemleri	13
2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri	15
3. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİNDE CBS ALTYAPILARI VE MEVCUT BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI	17
3.1 CBS Altyapıları	17
3.1.1 Veri Altyapıları	18
3.1.1.1 Şebeke Bağlantı Modeli	19
3.1.1.2 Elektrik Şebekesi Geometrik Ağı	20
3.1.1.3 Veri Kalitesi	24
3.1.2 Sistem Altyapıları	25
3.1.3 Donanım Altyapıları	26
3.1.4 Yazılım Altyapıları	27
3.2 Mevcut Bilgi Sistemi Uygulamaları	31
3.2.1 Tesis Yönetimi	31
3.2.2 İşletme Operasyon Yönetimi	33
3.2.3 Adres Yönetimi	36
3.2.4 Varlık Yönetimi	38
3.2.5 Tematik Harita Üretimi	40
3.2.6 Üst Kurum Raporlamaları	41
4. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ENTEGRASYON MİMARİLERİ	43
5. UYGULAMA	46
5.1 Materyal ve Metod	46
5.1.1 Kullanılan Veriler ve Veri Yapıları	47
5.2 Uygulama	48
5.2.1 Kesinti Analizi	49
5.2.2 Kesinti Analiz Algoritması	50

5.2.3	Kesinti Analiz Kodlaması	51
5.2.4	Kesinti Analiz Kodlaması Çalışması	52
6.	BULGULAR VE TARTIŞMA	54
7.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	59
	KAYNAKÇA.....	61
	EKLER.....	66
	Ek 1. Kesinti Analiz Kodları.....	66
	Ek 2. Kesinti Analiz Kodları Çalışma Çıktısı	78
	ÖZ GEÇMİŞ	82



KISALTMALAR

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
GIS	Geographic Information Systems
ABYS	Abone Bilgi Yönetim Sistemleri
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
OSOS	Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri
TEDAŞ	Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi
EPDK	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu
ETKB	Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı
TEİAŞ	Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi
SAM	Sayısal Arazi Modeli
CAD	Computer Aided Design
EBYS	Elektronik Belge Yönetim Sistemi
UAVT	Ulusal Adres Veri Tabanı
SAIFI	System Average Interruption Frequency Index
SAIDI	System Average Interruption Duration Index
MAKS	Mekansal Adres Kayıt Sistemi
OMS	Outage Management System
DMS	Distribution Management System
DAS	Distribution Automation System
AMI	Advanced Metering Infrastructure
ADMS	Advanced Distribution Management Systems
EDVARS	Elektrik Dağıtım Veri Ambarı ve Raporlama Sistemi
EBİS	Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Bildirim Sistemi
TUCBS	Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi
GUID	Global Unique Identifier
MILP	Mixed Integer Linear Programming
CIM	Common Information Model
API	Application Programming Interface
EIA	Enterprise Integration Architecture
ESB	Enterprise Service Bus
SOA	Service Oriented Architecture
REST	Representational State Transfer
RDP	Remote Desktop Protocol
GNSS	Global Navigation Satellite Systems

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Talep Tahmini Referans (Baz) Talep	2
Şekil 2.1. Elektrik enerjisinin kullanıcılara ulaştırılması	14
Şekil 2.2. CBS bileşenleri	16
Şekil 3.1. Geometrik ağ	21
Şekil 3.2. Mantıksal ağ	22
Şekil 3.3. Şebeke bağlantı modeli ve geometrik ağ örneği	23
Şekil 3.4. Geometrik ağda enerji akış yönünde iz örneği	24
Şekil 3.5. İnternet CBS mimarisi	25
Şekil 3.6. Web uygulama örneği	29
Şekil 3.7. Mobil uygulama örneği	30
Şekil 3.8. Masaüstü uygulama örneği	30
Şekil 3.9. Kadastral veriler ve elektrik şebekesi entegrasyonu	32
Şekil 3.10. CBS ve ABYS entegrasyonu	35
Şekil 3.11. Adres yönetimi kurgusu	38
Şekil 3.12. Kesinti sonrası etkilenen malzeme bilgisi	40
Şekil 3.13. Arıza yoğunluk haritası örneği	41
Şekil 5.1. Çalışma alanı	47
Şekil 5.2. Kesinti takip ve raporlama algoritması	51
Şekil 5.3. Veri kümesinin haritada gösterimi	52
Şekil 5.4. Kodlama algoritması	53
Şekil 6.1. Kesinti analiz sonuç listeleri	56
Şekil 6.2. Kesinti analiz sonuç grafik örneği	56
Şekil 6.3. Kesinti analiz sonuç öznitelik örneği	57
Şekil 6.2. Kesinti analiz sonuç veri tabanı	57

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1.1. Elektrik piyasası yıllık genel görünümü	3
Tablo 3.1. Alçak gerilim kullanıcılarının imar içi ve imar dışı dağılımı	42
Tablo 5.1. Veri tanımlama tablosu	48
Tablo 5.2. Kesinti bilgileri ve kesinti özelinde etkilenen kullanıcıların dağılımı	49



1. GİRİŞ

Dünyanın varoluşundan günümüze kadar geçen zaman diliminde insanoğlunun en temel gereksinimleri fizyolojik, güvenlik ve ait olma ihtiyaçları olarak karşımıza çıkmaktadır. Gelişen, büyüyen ve öğrenen toplumlarda bu ihtiyaçları karşılamak adına birçok alet ve makinalar icat edilmiştir. Söz konusu icatların çalışması için gerekli olan enerji önce insan ve hayvan gücü kullanılarak elde edilmiş, sonra ki dönemlerde yapılan keşifler ile rüzgâr ve su enerjisi gibi diğer doğal kaynakların kullanılmasına başlanmıştır. Enerjisi kullanılan kaynakların iletiminin zorluğu ve mekanik enerjinin kullanım alanlarının kısıtlılığı gibi gelişmelerin önünde duran engeller elektrik enerjisinin keşfi ile son bulmuş olup endüstride bir devrim yaşanmıştır.

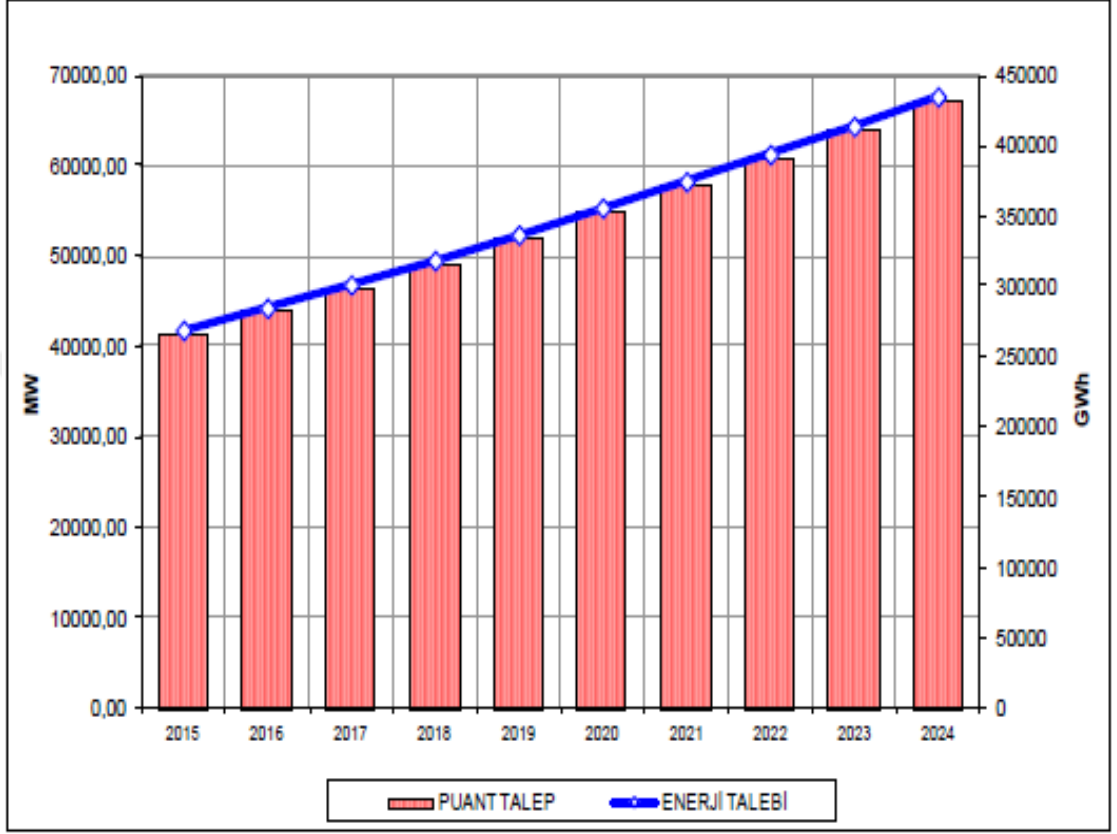
Elektriğin icadı tarihte çok önemli bir yere sahiptir. Birçok önemli gelişmelerin ve değişikliklerin ana kaynağında elektrik enerjisi yer almaktadır. Halen günümüzde dahi elektrik enerjisinin üretimi, kullanımı ve depolanması adına yapılan teknolojik gelişmelerle üstün teknolojik atılımlar gerçekleştirilmektedir (Das vd, 2018).

Günümüzde hızla artan nüfus, kentsel alanlara yapılan göçler, şehircilik ve sanayileşmenin artması, refah seviyesinin ve teknolojiye yönelimin büyümesi gibi sebepler ile elektrik enerjisine olan ihtiyaç elektrik dağıtım sistemlerinin karmaşık yapılara dönüşmelerine neden olmuştur (Velioğlu, 2005). Elektrik enerjisi talebi gün geçtikçe insanlığın ihtiyacı ölçüsünde artmaktadır. Özellikle modern çağın sanayileşme gereksinimi bu ihtiyacı daha çok göz önüne sermektedir.

Bilim ve teknoloji konusunda yaşanan gelişmeler ile yaşam içerisinde kullandığımız birçok donanım ve araçlar değiştiği gibi hiç bulunmayan teknolojik ürünler de hayatımıza girmektedir. Hatta teknolojinin gelişmesi ile yazılım sektöründe gerçekleşen atılım sayesinde birçok yeni uygulamalar geliştirilmekte olup bu durum da doğrudan elektrik enerjisine olan ihtiyacı arttırmaktadır.

Devletler elektrik üretimi konusunda öncelikle yenilenebilir enerji kaynakları olmak üzere büyük bir potansiyel ile çalışmalarına devam etmektedir.

2015 yılında TEİAŞ (Türkiye Elektrik İletim Anonim Şirketi) tarafından hazırlanan Türkiye Elektrik Enerjisini 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu çalışmasında 2024 yılına kadar talep tahmini öngörülere yer almakta olup bu veriler Şekil 1.1’de grafik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Talep Tahmini Referans (Baz) Talep (Anonim, 2015)

Tablo 1.1’de görülen rakamlar ise Türkiye Elektrik Piyasası Resmi İstatistikleri olup tüketim bazında bir artış trendinin bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca aynı tabloda yer alan veriler genel olarak değerlendirildiğinde her yıl harcanamayan bir miktar enerji bulunduğu görülmektedir. Bu enerji miktarının yıl bazlı değişiklik göstermesi talep tahmini ile gerçekleşmenin uygun olmaması veya işletme yönetiminden kaynaklanmaktadır. İyi yönetilemeyen, takip edilemeyen, tasarlanamayan ve bakımı yapılamayan elektrik dağıtım sistemlerinde kayıp ve kaçak enerji miktarları artmaktadır.

Tablo 1.1. Elektrik piyasası yıllık genel görünümü (Anonim, 2020f)

Yıl	Lisanslı Üretim (GWh)	Lisanssız Üretim (GWh)	Lisanslı Kurulu Güç (MW)	Lisanssız Kurulu Güç (MW)	Tüketim (GWh)	İthalat (GWh)	İhracat (GWh)
2013	240,154.00		64,007.00		246,356.00	7,429.00	1,226.00
2014	251,962.00	3.92	69,520.00	29.99	257,220.00	7,953.00	2,696.00
2015	261,783.30	222.72	73,146.90	359.04	265,724.40	7,411.10	2,964.60
2016	272,563.63	1,137.87	77,563.44	1,048.21	277,522.01	6,400.13	1,442.08
2017	292,595.42	3,031.33	81,506.42	3,173.32	292,003.54	2,729.06	3,300.10
2018	295,442.15	8,212.41	83,187.05	5,310.57	302,772.30	2,466.01	3,073.60
2019	294,251.32	9,829.45	84,957.72	6,309.27	301,982.70	2,211.51	2,788.67

Kapsamlı depolanamayan bu enerji kaynağının etkili kullanımı için yapılması gereken, üretildiği yerden son kullanıcıya kadar en az kayıp ve en kısa yolla kaliteli elektrik enerjisini iletebilmektir. Geçmişte bu sebeple iletim ve dağıtım konusunda birçok teknolojik gelişme sağlanmış olup halen günümüzde bu atılım devam etmektedir (Rao vd, 2008).

Dünyada coğrafi olarak ifade edilebilen her türlü veri Coğrafi Bilgi Sistemlerinin (CBS) konusu olmuştur. Yıllar boyunca birçok kurum veya kuruluş coğrafi özellik içeren verilerini CBS kullanarak görselleştirmiş ve analiz etmiştir.

Bu kapsamda, bir bölgenin tüm elektrik ihtiyacını karşılayan, iletim tesislerinden kullanıcıların sayaçlarına kadar inen bir elektrik ağının bütün elemanları konumsal içerikli bir veri olarak düşünüldüğünde; veri yönetimi, sorgulama ve analiz için CBS kullanılması kaçınılmaz bir hal almaktadır.

Ayrıca kullanıcılara en iyi hizmetin sunulabilmesi için elektrik şebekelerinin coğrafi anlamda sürekli takip edilmesi ve incelenmesi gerekmektedir. Bu işlemlerin kâğıt paftalarda ve standardı sağlanamayacak formda oluşturulmuş bir sistemde gerçekleştirilmesi mümkün gözükmemektedir. Kâğıt paftalarda güncelleme, çoğaltma, paylaşma, analiz etme ve sorgulama işlemleri fazla zaman ve maliyet gerektiren işlemler olmakta, objelere ait sözel verilerin farklı formatlarda ve yerlerde saklandığı için veri bütünlüğü de gözetilememektedir (Emiroğlu vd, 2007).

Son yıllarda elektrik dağıtım şirketleri, verilerini coğrafi bir platformda görselleştirme, analizler sonucunda iş süreçlerini geliştirme ve dolayısıyla maliyet azalımı sağlayarak karlılığı artırma amacıyla CBS kullanımına daha çok eğilmişlerdir.

Söz konusu yönelimde üst kurumların ve bakanlıkların yayınladıkları Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine Ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul Ve Esaslar, Elektrik Piyasası Kanunu, Elektrik Piyasası Dağıtım Yönetmeliği ve Elektrik Dağıtım Ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği gibi mevzuatlar doğrudan veya dolaylı yoldan CBS kurulmasına ve işletilmesine yönelik önemli etkenlerden birisi olmuştur.

Bu tez çalışmasında öncelikle elektrik dağıtım sistemlerinde kullanılan CBS altyapıları ve uygulamaları incelenmiş olup pratikte zayıf ve güçlü yanları vurgulanmaya çalışılmıştır. Devamında entegrasyon mimarilerine değinilerek kesinti özelinde gerçekleştirilecek bir entegrasyon ile CBS ortamında otomatik raporlamanın nasıl yapılabileceğine dair pratik bir çözüm sunulmuştur.

1.1 Probleminin Tanımı

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları ilgili kurum yöneticileri ve çalışanlarına karar destek mekanizması oluşturması adına son yıllarda aktif olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda alınan faydalı geri dönüşler ile birlikte yönetmelik ve tüzükler gereği CBS'nin kullanılmakta olduğu raporlamalar türetilmektedir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde üretilen raporların en önemlilerinden birisi kesinti başına etkilenen kullanıcı sayıları ve sürelerini içeren tablolardır. Bahse konu tablolar ile SAIDI (System Average Interruption Duration Index) ve SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) gibi kalite ölçütü olarak kabul edilen göstergeler elde edilmektedir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde anlık olarak kesintilerin yaşandığı ve bu duruma bağlı enerji yönün değiştiği düşünüldüğünde, kesintilerin gerçekleştiği anda mevcut şebeke enerji akış durumu içerisinde geometrik ağ analizleri gerçekleştirilmeli ve etkilenen kullanıcıların sayısına ulaşılmalıdır.

Bu denli kritik önem arz eden bir proje hakkında genel işleyişe, kurumsal bilgi sistemleri için entegrasyon mimarisine ve CBS uygulamalarının en önemli enstrümanlarından geometrik ağa dayalı analizlere sahip bir çalışma yapılması gerekli görülmüş ve elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları ve entegrasyonu hakkında yapılan çalışmalar incelenmiştir. Yapılan araştırma çerçevesinde bu tez çalışması ile birebir eşleşen herhangi bir çalışma

bulunmamaktadır. Bu durumun altında, elektrik dağıtım sistemi gibi geniş kapsamlı kurumsal bir olgunun içerisinde kullanılan ve tüm parçalarına etki eden bir sistemin bu şekilde genel olarak işlenmesinden ziyade sistem parçalarını ayrı ayrı ve detaylı işlenmesi tercihi yattığı düşünülmektedir. Ayrıca coğrafi temellere ve verilere dayalı değerli bir çok çalışmada ana veya yardımcı ekipman olarak CBS kullanılmış veya işlenmiştir.

Bu kapsamda tez için iki farklı problem tanımlanmıştır. Literatürde ve sektörde eksikliği görülen “elektrik dağıtım sistemlerinde CBS kurgusu ve tasarımı nasıl yapılmalı ve nelere dikkat edilmeli?” konusu birinci problem olarak tanımlanabilmektedir. İkinci problem ise sektörde iş gücü ve maliyet açısından fazla kaynak harcadığı ve yine literatürde de eksikliği görülen “kesinti yönetim sistemi ile CBS entegrasyonunun nasıl yapılabileceğine dair pratik, az maliyetli, etkili ve sürdürülebilir bir çözüm üretmek” olarak tespit edilebilmektedir.

1.2 Tezin Amacı

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları kullanılmakta olup günümüzde geliştirmeleri devam etmektedir. Bu tez ile öncelikle söz konusu uygulamaların nasıl gerçekleştirilmesi gerektiğine ve nelere dikkat edilmesi gerektiğine ait genel işleniş ve öneriler sunulacaktır.

İkinci aşama olarak elektrik dağıtım sistemlerinde gerçekleştirilen entegrasyon yöntemlerine değinilerek avantaj ve dezavantajları belirtilecektir. Bu kapsamda kesinti yönetim sistemi ile CBS entegrasyonuna dayanan, CBS uygulamalarının önemli fonksiyonlarından geometrik ağı dayalı analizlerin kullanıldığı özel bir uygulama geliştirilecektir. Uygulama ile söz konusu entegrasyonun hızlı, pratik, fonksiyonel ve düşük maliyetli yanlarına değinilecektir.

2. GENEL BİLGİLER

Doğal üretim kaynaklarının azalması ve pahalılaşması, elektrik enerjisinin kapsamlı depolanamaması gibi önemli sebepler ve yeryüzüne etkin bir şekilde yayılması gerekliliğinden dolayı elektrik enerjisinin yönetimi çok önemli hale gelmektedir. Müthiş bir hızla ilerleyen elektrik enerjisine mümkün olan en kısa sürelerde müdahale edilmesi kayıpların önünü almak için kritik öneme sahiptir. Özellikle son yıllarda gerek akademik gerekse sektör bazında ilgili kurum veya kişiler tarafından elektrik enerjisi yönetimi konusu işlenmekte ve çalışmalar yapılmaktadır (Adejoh vd, 2015).

Günümüzde ofis ortamında elektrik şebekesinin çalışma bölgesi üzerinde görülmesi ve modellenmesi, iletim ve dağıtım değerlerinin takip edilmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi üzerine projeler yürütülmektedir. Bu kapsamda en önemli projelerden bir tanesi de elektrik dağıtım sistemlerine CBS kurulması ve tüm özelliklerini kullanarak enerji yönetimine maksimum fayda sağlamasıdır (Taylor ve Kazemzadeh, 2009; Chakravarty ve Wickramasekara, 2014; Derakhshan vd, 2013).

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları konusunda literatürde pek çok çalışma bulunmaktadır, aşağıda bunlardan birkaç tanesi sıralanmıştır.

Güven ve arkadaşları, (1996) “GIS based outage analysis system for electric distribution networks” isimli çalışmalarında dağıtım sisteminde CBS tabanlı kesinti analiz sisteminin oluşturulmasından ve bu sistemin süreçler üzerinde ki olumlu etkilerinden bahsedilmiştir. Çalışmalarında CBS ortamında elde edilecek dağıtım bağlantı modelinin kesinti analiz sistemi için ne kadar önemli bir veri olduğu gösterilmektedir.

Trussell, (2001) “GIS based distribution simulation and analysis” isimli çalışmasında CBS tabanlı dağıtım analizinin gereklilikleri hakkında tartışma sunmaktadır. CBS uygulamalarında yer alacak gömülü analizlerin nedenlerine değinilmektedir. Bahsedilen yönlerin sağlanması adına 4 adet yöntem sunulmaktadır.

Singh ve Caceres, (2004) “An integrated approach for implementing a distribution automation system” isimli çalışmalarında DAS (Distribution Automation System) uygulamak için entegre bir sistem tasarımının ana özelliklerini sunarak EIA (Enterprise Integration Architecture) önermektedir.

Igbokwe ve Emengini, (2005) “GIS in Management of Electricity Distribution Network: A case study of Onitsha-North LGA, Anambra state, Nigeria” isimli çalışmalarında elektrik dağıtım tesisleri yönetiminde CBS uygulamaları kullanmanın faydalarını örnekler üzerinde işlemişlerdir. Ayrıca CBS kurulumu için gerekenler ve ulusal olarak alınması gereken aksiyonlara yer verilmiştir.

Emiroğlu ve arkadaşları, (2007) “Elektrik Dağıtım Şirketlerinde GIS Uygulamaları” isimli çalışmalarında elektrik dağıtım şirketlerindeki CBS uygulamalarında karşılaşılabilecek sorunlar ve çözüm önerilerini ele almışlardır.

Li ve arkadaşları, (2008) “Distribution feeder one-line diagrams automatic generation from geographic diagrams based on GIS” isimli çalışmalarında CBS uygulamalarında bulunan coğrafi diyagramları yani geometrik ağı otomatik olarak dağıtım tek hat diyagramlarına dönüştürme algoritmalarını işlemişlerdir. Çalışmalarında CBS tabanlı oluşturulan geometrik ağ ve analizleri kritik öneme sahiptir.

Rao ve arkadaşları, (2008) “Experiences on implementation of GIS based tools for analysis, planning and design of distribution systems” isimli çalışmalarında CBS uygulamalarında bulunan dağıtım ağı analiz ve tasarım araçlarının, teknik kaybı azaltmak ve daha iyi müşteri hizmeti sağlamak için nasıl kullanılabileceği konusunda çalışmışlardır.

Sekhar ve arkadaşları, (2008) “Spatial informatics and geographical information systems: Tools to transform electric power and energy systems” isimli çalışmalarında modern güç dağıtım sistemlerinde yapılan planlama, analiz ve kontrol işlemlerinde CBS'nin önemine ve gerekliliğine işaret etmektedir. CBS uygulamalarının diğer dağıtım sistemi uygulamalarını gerçekleştirmek veya yeteneklerini geliştirmek için de ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Yingli ve arkadaşları, (2009) “Power Distribution Reliability Management by Objective Based on GIS Platform” isimli çalışmalarında güç kaynağının güvenilirliğini objektif olarak yönetmek için CBS tabanlı bir yöntem incelemişlerdir. Yöntemlerinde CBS ortamında oluşturulacak dağıtım ağı elemanlarına GUID (Global Unique Identifier) vererek ve bu ID'ler üzerinden topolojiyi kurarak güç kaynağının güvenilirliğini objektif olarak değerlendirmeyi önermişlerdir.

Taylor ve Kazemzadeh, (2009) “Integrated SCADA/DMS/OMS: Increasing Distribution Operations Efficiency” isimli çalışmalarında DMS (Distribution Management System), OMS (Outage Management System) ve SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) entegrasyonunun işlevselliği ve faydalarından bahsetmektedir. OMS ve DMS için bağlantı modeli gerekliliği ve modern OMS'lerin CBS tabanlı bağlantı modeli üzerine kurulduğu belirtilmektedir.

Cao ve arkadaşları, (2010) “Study on power distribution network topology model based on GUID” isimli çalışmalarında dağıtım ağı topoloji yapısının özelliklerini araştırmış ve geleneksel topoloji kodu yerine global benzersiz tanımlayıcı kodu ile bir yöntem önermiştir. Eski kodlama sisteminin sorunları ile birlikte yeni sistemin avantajlarından bahsedilmiştir.

Zhou ve arkadaşları, (2010) “Study on design and maintenance methods of cim-based spatial database for distribution network” isimli çalışmalarında dağıtım ağlarındaki karmaşıklığı çözmek için mekânsal dağıtım ağı modelinin oluşturulması ve modern güç sistemlerinde dağıtım ağı topoloji modelinin birçok sistem ve analiz içinde kullanılması gerekliliğini belirtmiştir. Yaygın CBS uygulamalarının tescilli veri formatlarını paylaşabilmek ve oluşturma, güncelleme, bakım ve standartlaştırma işlemlerini kolaylıkla yapabilmek adına CIM (Common Information Model) modeli önermişlerdir.

Duan ve arkadaşları, (2011) “Topology modeling of distribution network based on open-source GIS” isimli çalışmalarında dağıtım sistemlerinin çoğu Linux, UNIX ve diğer işletim sistemlerinde çalıştığından dolayı CBS tabanlı SCADA uygulamalarını kullanmanın zor olduğundan bahsedilmiştir. Bu sebeple, CBS yazılımı için kararlı ve açık olan Linux sistemi tercih edilmiştir. Açık kaynak CBS'ye dayalı dağıtım ağı topoloji modeli incelenmiştir.

Li ve arkadaşları, (2012) “The study for GIS-based distribution network monitoring and control area fault location methods” isimli çalışmalarında Bayesian formülü üzerinden CBS ortamında elde edilmiş dağıtım ağı modeli kullanılarak arıza yerinin tespitine ilişkin yöntem belirtmektedir.

Xu ve Zhou, (2012) “Topology analysis of rural power distribution network based on spatial database” isimli çalışmalarında kırsal güç dağıtım sisteminde

dağıtım ağının topolojisini elde edebilmek için nesne yönelimli ve global benzersiz tanımlayıcı kodu ile bir yöntem önermiştir. Bu sayede güç hatlarında yapılacak analizlerin simülasyonu gerçekleştirilebilecektir.

Guan ve arkadaşları, (2012) “A Practical GIS-Based Reliability Estimation System for Large Scale Distribution Network” isimli çalışmalarında büyük ölçekli dağıtım ağlarında güvenilirlik tahmini için CBS tabanlı bir yöntem önermişlerdir. Çalışmalarında CBS tabanlı oluşturulacak dağıtım ağı topolojisinin yapacakları tahminleme analizinde önemini belirtmişler ve topolojide verimliliği arttırmak için ağaç kodu yapısı yöntemini önermişlerdir.

Hassan ve Akhtar, (2012) “Mapping of Power Distribution Network using Geographical Information System (GIS)” isimli çalışmalarında CBS uygulamalarının güç dağıtım sistemi yönetiminde kullanımına odaklanmış ve karar vermede çok etkin bir araç olduğunu kanıtlamışlardır. Çalışmalarında CBS uygulamalarının güç dağıtımında sağladığı yararları değinmekle birlikte diğer dağıtım sistemlerine entegrasyon sağlanması ile çok daha fazla fayda sağlayacağını belirtmişlerdir.

Datta ve Mohanty, (2013) “Enterprise GIS and Smart Electric Grid for India's power sector” isimli çalışmalarında akıllı elektrik şebekesi için neden kurumsal CBS uygulamaları kullanıldığından ve diğer sistemlere neden entegre edilmesi gerektiğinden bahsetmektedir. Çalışmalarında akıllı elektrik şebekesinde CBS gerekliliği ve faydaları süreçler üzerinden açıklanmış olup kurguda dikkat edilmesi gerek noktalar da belirtilmiştir.

Taha, (2013) “Integrated GIS and SCADA system model for Alexandria Electricity Distribution Company” isimli çalışmasında İskenderiye Elektrik Dağıtım Şirketi özelinde yapılan DMS/SCADA ve CBS entegrasyonuna dair değerlendirme ve analizler yaparak uygulamanın gerekliliklerini ve faydalarını açıklamıştır. Bu çalışmada bahsedilen entegrasyon DMS ve CBS kullanıcıların iki sistem üzerinde bulunan diyagramları tek bir uygulama üzerinden görülmesi sağlayan bir uygulama entegrasyonudur.

Derakhshan ve arkadaşları, (2013) “Management and Operation of Electricity Distribution Networks on Geographic information system platform” isimli çalışmalarında CBS tabanlı dağıtım operasyonu gerçekleştirmek için yeni bir

metodoloji sunmaktadır. CBS ortamının veri yapılarından faydalarına kadar değinilmiş bu çalışmada, statik veriyi içerisinde barındıran CBS ile (özellikle dağıtım ağı modeli) dinamik verilerin(yük akışı, kısa devre vb.) elde edilebileceğinden bahsedilmiştir.

Dönmez, (2013) “Akıllı Şebekeler ve Entegrasyon” isimli çalışmasında akıllı şebekelerin en önemli yapıtaşlarından olan entegrasyon konusunu çeşitli açılardan örneklerle açıklamıştır.

Küçükpehlivan, (2014) “Altyapı Bilgi Sistemleri ve CBS Entegrasyonları” isimli bildirisinde genel olarak altyapı bilgi sistemlerinde CBS uygulamalarının yeri, faydaları, diğer sistemler ile entegrasyonları ve Türkiye örneklerine yer vermiştir.

Chakravarty ve Wickramasekara, (2014) “A Better GIS Leads to A Better DMS” isimli çalışmalarında DMS için CBS'nin gerekliliğinden ve entegrasyon süreçlerinden bahsetmektedir. Ayrıca DMS in CBS'ye bağımlılığını göstermek adına CBS ortamında doğruluğu bilinen verilerden testler gerçekleştirilmiştir. Daha iyi bir DMS için mekânsal ve öznitelik verilerinin yüksek doğrulukla ve hassasiyetle elde edildiği ve yönetildiği bir CBS ortamının önemine değinilmiştir.

Fang ve arkadaşları, (2014) “Study On Drawing and Modeling Of Distribution Automation System Based On GIS” isimli çalışmalarında CBS ve DMS de veri alışverişinin zorluklarından bahsedilmiş olup standartlar tarafından uygulanabilecek bir çözüm yolu önerilmiştir. Veri alışverişi yapılmadan önce topoloji hataları, veri yanlışlıkları veya eksiklikleri gibi problemlerin belirlenmesi için model kontrol programı geliştirilmiştir.

Latisko ve arkadaşları, (2014) “Application of IEC61970 and IEC61968 at KCP&L smart grid demonstration Project” isimli çalışmalarında modern bilgi sistemlerinde akıllı şebeke uygulamaları entegrasyonlarının tescilli veri modelleri, API'lerin (Application Programming Interface) çeşitliliği ve karmaşıklığı gibi sebeplerden dolayı zor olduğundan bahsedilmektedir. Bu sebeple de CIM dayalı IEC 61970 ve IEC 61968 standartları uygulanarak ESB (Enterprise Service Bus) mimarisi ile ürün çeşitliliği bilinmeksizin entegrasyonları sağlama yolu önerilmektedir. Çalışmalarında entegrasyonla OMS ve DMS e aktarılacak birincil verinin CBS ortamından elde edilen dağıtım ağının olduğu belirtilmektedir.

Cochenour ve arkadaşları, (2014) “Distribution network model readiness for advanced distribution management systems” isimli çalışmalarında ADMS (Advanced Distribution Management Systems) başarı ile uygulanabilmesinin verilerin miktarına ve kalitesine bağlı olduğunu vurgulanmaktadır. Özellikle verilerde yer alan eksik ve hataların sistemin başarısını doğrudan etkilediği belirtilmektedir. ADMS gelişmiş uygulamalarında enerji akışlarını gösterebilmek için doğru, eksiksiz ve güncel bir dağıtım ağı modeli üzerinde çalışılması gerekmektedir. Bu dağıtım modeli de CBS ortamında tesis edilmektedir. Yazalar bu konularda önemli tecrübelerini paylaşarak kritik yönleri ifade etmektedir.

Mathankumar ve Loganathan, (2015) “GIS Based Electrical System Planning and Network Analysis” isimli çalışmalarında CBS uygulamalarının ve CBS ortamında elde edilen elektrik geometrik ağının güç dağıtım sistemleri planlaması ve diğer aşamaları için enerji denetiminde etkin şekilde nasıl kullanılabileceğini önermektedir.

Adejoh ve arkadaşları, (2015) “Application Of GIS In Electrical Distribution Network System” isimli makalelerinde CBS uygulamaları ile elektrik dağıtımının nasıl etkin bir şekilde yönetebileceği hususunda değerli görüşlerini sunmaktadır.

Cico ve arkadaşları, (2015) “Implementation of enterprise GIS in power distribution utilities” isimli çalışmalarında güç dağıtım sistemlerinde Kurumsal CBS'nin kullanılmasında ki gerekliliklerinden ve faydalarında bahsedilmektedir. Kurumsal CBS'nin dizayn aşamalarından ve diğer sistemler ile entegrasyon gerekliliğinden de bahsedilmiş olup çözüm önerisi sunulmuştur.

Navarro ve arkadaşları, (2015) “Reconstruction of low voltage distribution networks: From gis data to power flow models” isimli çalışmalarında CBS tabanlı dağıtım ağı topolojisinde yer alan sorunları özelliklede topolojide yer alan bağlantı kopukluklarını işlemiş ve tespiti ile düzeltilmesi adına otomatik bir yöntem sunmuşlardır. Fakat bu çalışma dağıtım sistemlerinin pratikte kurlsız tesis edilmelerinden dolayı yanlış bağlantı oluşmasına sebebiyet verebilecektir.

Pathak, (2016) ”Leveraging GIS mapping and smart metering for improved OMS and SAIDI for smart city” isimli çalışmasında akıllı şehirler için akıllı şebekenin vazgeçilmez bir unsur olduğundan ve SAIDI'nin düşmesinin dolayısıyla

şebeke performansının iyileşmesinin bu yolla sağlanacağından bahsedilmektedir. Güç dağıtımında akıllı şebekenin uygulanarak SAIDI gibi kalite ve güvenilirlik ölçütlerinde iyileşme sağlamak için OMS’de CBS uygulamaları ve AMI’nin (Advanced Metering Infrastructure) önemine dikkat çekilmiştir.

Roduner ve arkadaşları, (2017) “Medium Voltage Feeder Reliability and Cost Analysis” isimli çalışmalarında bir orta gerilim dağıtım şebekesinin topolojisindeki veya besleyicilerindeki değişikliklerin sistem içindeki arz güvenilirliği (SAIDI, SAIFI) ve kamu hizmeti toplam maliyetleri üzerinde nasıl bir etkisi olduğunu analiz etmektedir. Çalışmada gerçekleştirilen analizlerin çıkış verilerinin, dağıtım ağı topolojisini içinde bulunduran CBS ortamında elde edilmiş olması, dağıtım sistemleri konusunda CBS’nin işlevselliği ve önemini göstermektedir.

Bosisio ve arkadaşları, (2018) “GIS-based urban distribution networks planning with 2-step ladder topology considering electric power cable joints” isimli çalışmalarında CBS ortamında oluşturulan dağıtım ağı topolojik verisinden yola çıkarak ve MILP (Mixed Integer Linear Programming) yaklaşımına dayanarak dağıtım ağını operasyonlara ve süreçlere uygun olarak verimli bir şekilde tekrar tasarlamak adına öneride bulunmuşlardır.

Minango ve arkadaşları, (2019) “GIS Management Tool for Managing of Underground Electrical and Telecommunication Networks at the University of Zambia” isimli çalışmalarında üniversite alanında altyapı tesisleri anlamında karşılaşılan sorunları çözmek için CBS tabanlı açık kaynak kodlu yeraltı altyapı yönetim sistemini önermişlerdir. Ayrıca masaüstü, mobil ve web yazılımlarından oluşan bu sistem PostgreSQL veri tabanı yönetim sistemi ile entegre çalışması ile kurumsal CBS olarak da hizmet verebileceği ifade edilmiştir.

Zhang ve arkadaşları, (2019) “Research on Integration Technology Between Distribution Automation System and Geographical Information System” isimli çalışmalarında DAS ile CBS uygulamaları arasında entegrasyonu sağlamak için araştırmalar yapılarak mevcut yaklaşımların avantaj ve dezavantajları sunulmuştur. Daha sonra CIM tabanlı entegrasyon yöntemi ayrıntıları ile işlenmiş ve yine avantaj ve dezavantajları sunulmuştur.

Yapılan literatür taraması neticesinde elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları kullanılmasının kalite, güven, memnuniyet ve optimum süreçleri organize etmek için zorunlu olduğu anlaşılmaktadır. Sistemler arası entegrasyon için EIA, ESB, SOA gibi mimariler önerilmekle birlikte bu mimarilerin avantaj ve dezavantajları sunulmaktadır.

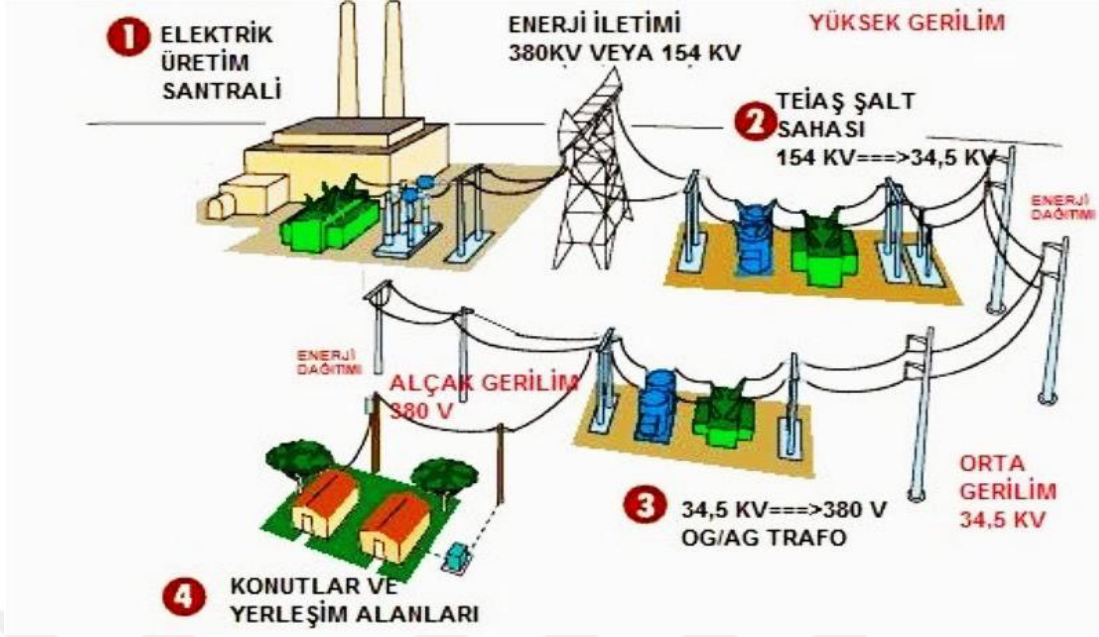
Taranan çalışmalarda entegrasyon mimari seçimi için sistemler içerisinde kullanılan uygulamalar, işletim sistemleri, tedarik firmaları, kurum politikaları vb. birçok etmen bulunmaktadır. Kurumsal bilgi sistemleri içerisinde yapılacak entegrasyon seçimleri avantaj ve dezavantajları göze alınarak kurum için en uygunu seçilmelidir.

Sistemler arası entegrasyon ile CBS ortamından alınacak ve sistemleri entegrasyona zorlayacak en önemli veri; topolojinin ve akışın tutulduğu tüm özel noktaların konum ve öznelik bilgilerini taşıyan şebeke bağlantı modeli olduğu çalışmalarda açıkça gözlemlenmektedir.

2.1 Elektrik Dağıtım Sistemleri

Bir veya birden fazla şehrin oluşturduğu bir bölgenin tümünde bulunan elektrik enerjisi ihtiyacını, Trafo Merkezlerinden başlayarak orta gerilim şebekeleri ile dağıtım trafolarına, dağıtım trafolarında dönüşen elektrik enerjisini alçak gerilim şebekeleri ile kullanıcılara dağıtan, üretim tesislerinde üretilen elektrik enerjisini de kontrol ederek dağıtımına dâhil eden sistemlere elektrik dağıtım sistemleri denilir (Şekil 2.1) (Abdulcebbar, 2019).

Bu tanımda bahsi geçen Trafo Merkezleri, TEİAŞ a bağlı olup güç trafoları vasıtasıyla 380 kV /154 kV gerilimi 34/31.5 kV gerilime dönüştüren tesislerdir. 34/31.5 kV gerilim orta gerilim olarak ifade edilmekte ve Elektrik Dağıtım Sistemine dâhil olmaktadır. Sistem üzerinde bulunan dağıtım trafolarında 34/31.5 kV gerilim 1 kV ve altı gerilime dönüşerek alçak gerilim şebekesi ile son kullanıcılara ulaşmaktadır.



Şekil 2.1. Elektrik enerjisinin kullanıcılara ulaştırılması (Anonim, 2020a)

Orta gerilim ve alçak gerilim tesisleri farklılık göstererek CBS anlamında da veri çeşitliliğine sebebiyet vermektedir. Bu sebepten veri toplama veya kıymetlendirme çalışmaları elektrik dağıtım sistemleri ve CBS konusunda bilgi sahibi uzman kişilerce yapılması veri kalitesini yüksek tutma açısından önemlidir. Bahse konu bu veri, öznel verileri olmakla birlikte mekânsal verilerin kalitesi ise doğru yöntemler, yüksek hassasiyete sahip ölçme cihazları ve eğitimli personellerden geçmektedir. CBS için en önemli bileşen olarak kabul edilen verilerin elektrik dağıtım sistemleri için toplanması veya kıymetlendirmesi hem dağıtım sistemleri konusunda uzman hem de mekânsal ölçüm konusunda bilgili ve yetenekli personeller tarafından yapılmalıdır.

Elektrik dağıtım sistemlerinin tesisi ve işletmesi bulunduğu bölgenin coğrafi özellikleri de düşünüldüğünde oldukça karmaşıktır. Gerçekleştirilecek tesislerin kapasitesi ve lokasyonları düşünüldüğünde çok fazla maliyet görülmektedir. Bu sebepten yapılan bir yatırım bölgesine yakın dönemlerde tekrar yatırım yapılması istenmeyen bir durum olup yatırım planlamalarının bu kapsamda gerçekleştirilmesi gerekmektedir. İşletme açısından ise herhangi bir kesinti durumunda şikâyet bildirimlerinin iletilmesi akabinde ekiplerin bölgeye gitmesi ve arızayı tespit etmesi zamansal olarak öngörülemez süreçlerdir. Geniş ve karmaşık bir şebeke ağında şikâyet bildirimlerinin iletilmesine başlanmadan ve ekipler yönlendirilmeden

kesintinin tespit edilmesi ve gerekiyorsa bölgenin enerji arzının tekrar sağlanması işletmenin ihtiyaç duyduğu bir kurgudur. Bu sistemlerin tesisi ve yönetilmesi için ilgili kuruluşlar tarafından birçok süreç ve teknolojik alt yapı kullanılmaktadır. Bu aşamada coğrafi olarak değerlendirmeye muhtaç süreç ve teknoloji alt yapılarının analiz edilmesi, süreçlerin iyileştirilmesi ve entegrasyonlar ile mekânsal özelliklerin diğer sistemler ile ilişkilendirilerek anlamlandırılabilir sonuçlar elde edilmesi için CBS'nin yeteneklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Gerçekleşmiş çalışmalardan görülmektedir ki; bir kurumda CBS'de başarıya ulaşılması, birçok birimin süreçlerine katılan, iyileştiren ve geliştiren bu sistemin bir kültür olarak kurumda yer alan bütün personellerce benimsemesinden ve değer vermesinden geçmektedir (Emiroğlu vd, 2007).

2.2 Coğrafi Bilgi Sistemleri

Belirli bir amaca yönelik coğrafi olan veya olmayan verilerde veri girişi yapmak, kontrol etmek, güncellemek, sorgulamak, analiz etmek, raporlamak, sunmak (görselleştirmek) gibi işlemlerle veri, yazılım, donanım ve personel olgularının etkin ve uyumlu bir şekilde organize edilmesi ve işletilmesine Coğrafi Bilgi Sistemleri denir (Tecim, 2008).

Bu tanımla birlikte CBS'nin genel hatları amaçlar ve araçlar olarak özetlenmiş olup günümüzde elektrik dağıtım sistemlerinde CBS söz konusu genel tanıma uygun olarak tasarlanmakta ve oluşturulmaktadır. Bu tasarım çok kullanıcı kurumsal CBS, ABYS (Abone Bilgi Yönetim Sistemi), SCADA, OSOS (Otomatik Sayaç Okuma Sistemleri) vb. birçok şirket içi sistemlerin kurulumu veya entegrasyonunu içerdiğinden uzun bir zaman almaktadır. Ayrıca bütün bu sistemlerin ileriye dönük CBS'den beklentileri de planlanması gerekmektedir. Söz konusu planlama ve tasarımlar CBS konusunda gerekli bütün eğitimleri almış, tecrübeli, işin değerini benimsemiş ve önemine vakıf personellerce yapılması çok önemlidir.

Literatürde yer aldığı üzere CBS'nin beş temel bileşeni vardır (Şekil 2.2) (Yomralıoğlu, 2000). Bu sistemin genellikle yazılım ve donanımdan oluştuğu düşüncesi etkin olmasına rağmen CBS'nin en fazla maliyet, en fazla zaman harcanan, en kıymetli bileşeni veridir. Özellikle tasarım aşamasında başlamak üzere elde bulunan verileri anlamlandırmak, diğer bir ifadeyle veri madenciliği ile CBS

için kıymetlendirip, akabinde sayısallaştırmak sürecin en kritik bölümünü oluşturmaktadır. Bu sebepten elde bulunan verilerin değerlendirilmesi büyük önem arz etmektedir.



Şekil 2.2. CBS bileşenleri (Gürleyen, 2020)

Halen ülkemizde hizmet veren birçok elektrik dağıtım şirketleri CBS veri toplama çalışmalarına devam etmektedir. Elektrik dağıtım sisteminde en küçük birimden en büyük birime kadar şirket, kurum ve prosedürler kapsamında ihtiyaç duyulan bütün coğrafi olan ve olmayan verileri gerek sahada toplanması gerekse ofiste işlenmesi büyük ve yoğun bir gayret gerektirmektedir.

Elektrik dağıtım sistemleri gerek tesis gerek işletme işlemlerinden dolayı sürekli değişiklik gösteren canlı bir veri yapısına sahiptir. Ortalama günlük periyotta değişim gösteren bir şebekenin CBS ortamında güncel tutulması da önemli iş kalemlerinin başında gelmektedir.

3. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİNDE CBS ALTYAPILARI VE MEVCUT BİLGİ SİSTEMİ UYGULAMALARI

3.1 CBS Altyapıları

Bir bilgi sisteminin kapasitesi, işlevi, kullanılabilirliği ve entegrasyonlara uyumluluğu büyük ölçüde altyapı mimarisine bağlıdır. Sadece sistem kurulum gerekliliği ile tasarlanan altyapı mimarileri genellikle ilerleyen yıllarda ya atıl duruma düşmekte ya da iyileştirme yapılarak ekstra maliyetler meydana getirmektedir. Bu gibi durumlarla karşılaşmamak için sadece bulunulan dönemin değil, ilerleyen yılların ihtiyaçları da göz önüne alınarak hem gelişen teknoloji ve sistemlere hem de küresel olarak sürekli gündemde bulunan çeşitli entegrasyonlara uygun altyapı mimarilerinin tasarlanması gerekmektedir.

Bahse konu tasarımlar kademeli ve uzun araştırmalar sonucunda günün ve geleceğin ihtiyaçlarını karşılayabilecek nitelikte gerçekleşmelidir. Çalışmalarda öncelikle veri altyapıları tasarlanmalıdır. Akabinde veri altyapılarının oluşturacağı boyutları ve ilişkileri kolaylıkla işleyebilecek sistem altyapıları tasarlanmalıdır. En son olarak veri ve sistem altyapılarına bağlantı, analiz ve görselleştirme işlemlerini yapabilecek donanım ve yazılım altyapıları tasarlanmalıdır.

Altyapı tasarımları oldukça zahmetli ve ilerde oluşacak hataların düzeltilmesi güç işlemlerdir. Bu sebeple altyapı tasarımları içerisinde bulunan kademeli yapı üzerinde çalışmalar bir bütün olarak düşünülmeli ve birbirlerine yapabilecekleri etkiler sürekli gözden geçirilmelidir. Aksi durumda tasarım aşamasında gerçekleşen bir hata hâlihazırda çok maliyetli olan sistemlerin atıl durumda kalmasına veya maliyetin artmasına sebebiyet verebilmektedir.

Tüm altyapı tasarım ve uygulamaları yapılırken EPDK (Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu) tarafından resmi gazetede yayımlanan Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul ve Esaslar (2018) mevzuatına ve çalışma döneminde yayımlanmış diğer ilgili mevzuatlara uyulmasına özen gösterilmelidir (Anonim, 2018).

Ayrıca sistemin ve verilerin diğer kurum ve kuruluşlar ile koordineli, bütünsel ve uyumlu bir şekilde üretilmesi, paylaşılması ve erişilebilmesi için INSPIRE tabanlı TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) standartlarına uygun olarak kurgulanması gerekmektedir.

3.1.1 Veri Altyapıları

CBS’de veriler konumsal ve konumsal olmayan veriler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Konumsal veriler; nokta, çizgi veya alan objelerini ifade eden, vektör veya piksellerden oluşan raster (hücrese) verilerdir. Konumsal olmayan veriler ise; sistemde yer alan konumsal verilere ait öznitelik verileridir. Buradaki özel durum, CBS söz konusu olduğunda konumsal olmayan verilerin, konumsal verilerle veri tabanları üzerinden bağlantı kurarak ilişkilendirilmesidir. Yani CBS’de her sözel veri aslında bir konumsal verinin özniteliği konumundadır. Söz konusu konumsal ve konumsal olmayan veriler kurulacak sistemin tasarımına ve veri sayısına göre aynı veya farklı veri tabanlarında tutulabilmektedir.

Elektrik dağıtım şebekeleri gibi büyük çalışma alanına sahip, karmaşık verileri, fazla sayıda veri tabloları, aynı anda çalışma yapacak fazla kullanıcıları ve birçok platforma veri yayımı ihtimali bulunan CBS tasarımları için konumsal veriler ve konumsal olmayan verileri ayrı veri tabanlarında tutarak tekil indeksler üzerinden ilişkilendirme yöntemi tercih edilmelidir. Bu yöntem ile veri tabanlarına aşırı yük binmediği gibi çalışma hızlarında da artış gözlenerek istemci tarafında sorunsuz çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir.

Veri tabanlarının tasarımı CBS ortamından elde edilecek raporlamalar ve analizler için kritik öneme sahiptir. Sorgulamalar, analizler ve bunlara bağlı yapılan raporlamalar kurum ihtiyacına yönelik yapılmakta olup, bu perspektifte veri yapıları tasarlanmalıdır. Ayrıca teknolojik ve sistemsel gelişmeler takip edilerek veri yapılarında gelecek planlamalarına da yer verilmelidir. Veri altyapılarının tasarımı sadece raporlama ve analizlerin sonuçlarını değil CBS ortamında gerçekleştirilecek işlemlerde elde edilecek performansı da etkilemektedir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS ortamında bulunan konumsal veriler olarak trafolar, hücreler, baralar, anahtarlama elemanları, kapasitörler, panolar, saha dağıtım kutuları, çıkış ve giriş sigortaları, direkler, hatlar, kullanıcılar vb. objeleri

sıralayabiliriz. Objelerin tipleri, genel kartografya kurallarına göre boyutlar üzerinden bir varsayımda bulunulsa da bazen içerilerinde bulunan diğer objeleri gösterebilmek için farklı obje tiplerinde veya gerçek ebatlarından daha farklı büyüklükte bir obje olarak oluşturulabilmektedir.

3.1.1.1 Şebeke Bağlantı Modeli

Elektrik dağıtım sistemlerinin daha optimum kullanılabilmesi, izlenebilmesi, yönetilebilmesi için ortaya konulan bilgi ve operasyon teknolojisi sistemlerinin birçoğunun gerçekleşebilmesi, şebeke bağlantı modelinin bulunması ön koşulunu barındırmaktadır. Ayrıca söz konusu sistemlerin ana veri kaynaklarını da şebeke bağlantı modeli oluşturmaktadır (Yıldırım, 2020).

Şebeke bağlantı modeli, tesis elemanlarının birbirleri arasındaki topolojiyi, kuralları, sistem kullanıcıların konumlarını ve bağlı buldukları şebekeyi ifade eden yapıdır. EPDK tarafından yayımlanan Elektrik Dağıtım Ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliğinde bu tanım; “Kullanıcıların şebekeye bağlandığı noktalar dâhil olmak üzere asgari olarak transformatörleri, fiderleri ve koruma ve anahtarlama düzenlerini kapsayan ve bunlara ilişkin gerekli bilgiler ile bunların elektriksel ilişkilerini içeren bağlantı modeli” olarak ifade edilmektedir (Anonim, 2012).

Bir sistemde bulunan coğrafi verilerin kalitesi konum, detay ve öznitelik doğruluğu, tutarlılığı, tamlığı, güncelliği ve şecerresi ile ölçülebilmektedir (Taştan, 1998). Bu sebeple verilerin temin edilirken ihtiyaç duyulan kaliteye uygun toplandığı gibi aynı standartlara uygun olarak güncellenmesi de gerekmektedir. Şebeke bağlantı modeli birçok sistem ve raporlamaları doğrudan etkilediğinden güncel tutulması gerekmektedir. Şebekede yapılacak tüm değişiklikler şebeke bağlantı modeline yani CBS ortamına işlenmelidir.

Bu hususta en fazla hareketlilik gösteren anahtarlama (ayırıcı, kesici, yük ayırıcı vb.) elemanları olup hem enerji akışının işletme koşullarında sağlanması hem de arıza durumunda enerji arzının sağlanması için alternatif besleme noktalarının (ring noktaları) oluşması için açık veya kapalı pozisyonlarının güncel bir şekilde işlenmesi gerekmektedir (Yıldırım, 2020).

Şebeke bağlantı modelinin CBS ortamında oluşturulması ve kurulması akabinde sistemde kaynak noktalarında enerji verilerek model çalışır hale getirilmektedir. Modelde herhangi bir konumda kesinti yapıldığı belirtildiğinde bu kesintiden etkilenen şebeke elemanları ve kullanıcıların bilgileri tespit edilebildiği gibi tersi yönde analiz çalıştırılarak kesinti kaynağına ulaşılması da mümkün hale gelmektedir.

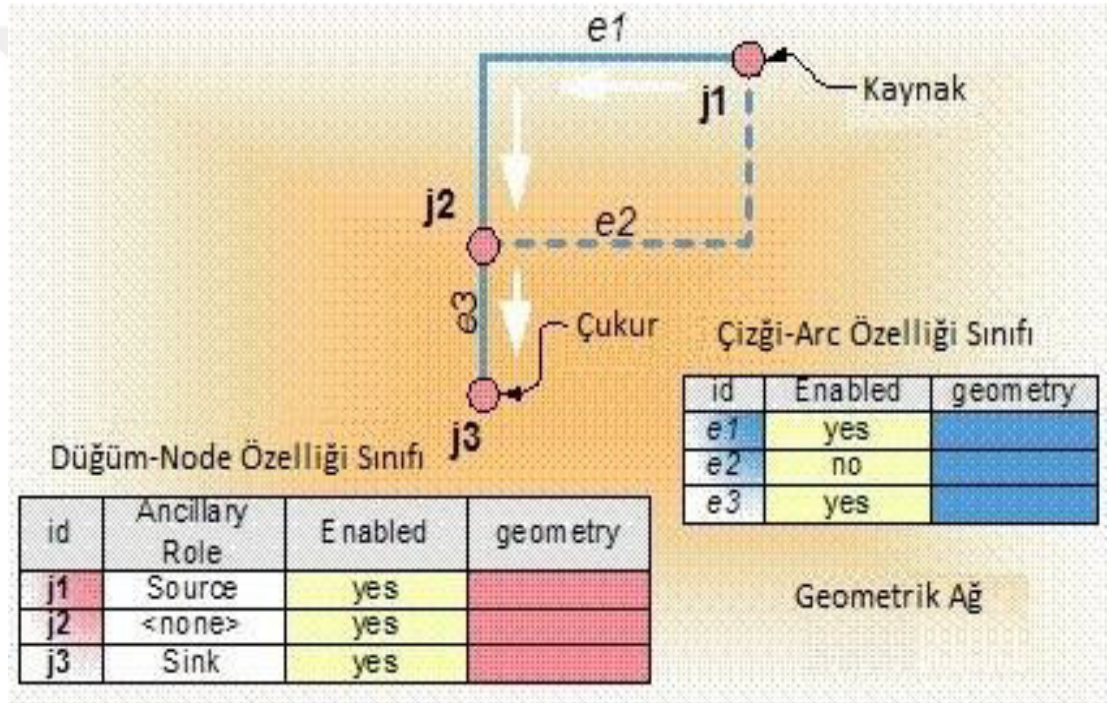
3.1.1.2 Elektrik Şebekesi Geometrik Ağı

Geometrik ağlar, gerçek dünyada bulunan altyapı ve üstyapı gibi sistemlerin her bir objesinin birbirleri ile bağlantısını sağlayıp üzerinde yön, engel, ağırlık ve limitleri barındırarak modellenmesini sağlamaktadır. Elektrik, su ve doğalgaz şebekeleri geometrik ağ ile modellenen akışlara örnek olarak verilebilmektedir (Anonim, 2020b).

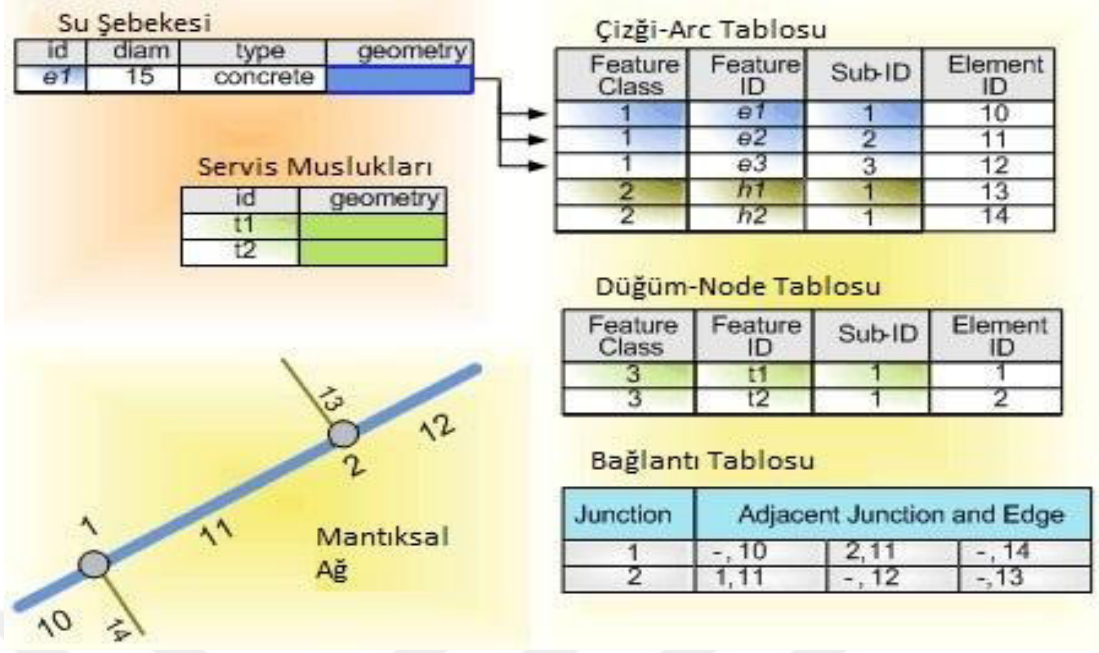
Geometrik ağı oluşturmadan önce düzgün bir topolojiye sahip olunması gerekmektedir. Objeler arasındaki ilişki tam ve açıklanabilir olması elektrik şebekesi geometrik ağının kurulması için önemli süreçlerden biridir. Topolojinin oluşturulması ve saklanması birçok süreç içerisinde kullanılan geometrik ağın ve dolayısıyla CBS uygulamalarının performansını büyük ölçüde etkilemektedir.

Elektrik şebekesinin topolojisini tanımlamak için her bir objenin benzersiz bir şekilde tanımlanabildiği bir kod ile belirtilmesi gerekmektedir (Xu vd, 2012). Veri tabanı tarafından otomatik olarak üretilen GUID kodu ile elektrik şebekesi topolojisinin tanımlanması, manuel kod üretim yöntemlerinde yaşanan yanlış kod üretim hatalarını ve depolama alanı israflarını engellemektedir. Böylece geometrik ağ içerisinde obje arama verimliliği arttığı gibi bakım kararlılığı da sağlanmaktadır (Cao vd, 2010).

GUID kodlarının üretildiği kadar topoloji ilişkilerin tutulduğu yapı ve kurgu da çok önemlidir. Her bir obje özelinde ilişkilerin tutularak güncelleme, veri girişi ve bakım işlemleri sonrasında yapılacak değişikliklerin obje bazlı çalışıp tüm sistemin topolojisini canlı tuttuğu bir yapı oluşturulmalıdır. Bu konuda geometrik ağ (Şekil 3.1) ve mantıksal ağ (Şekil 3.2) olarak bire bir ilişkili fakat farklı iki yapı oluşturmuştur. Geometrik ağ yapısında objelerin üzerinden akışın geçip geçmeyeceğine dair bilgi bulunmaktadır. Bu durum akışın dolayısıyla analizlerin elde edilmesi için çok önemlidir. Mantıksal ağ yapısında ise topolojinin tutulduğu bir yapı oluşturulmuştur. Şebekede yapılan değişiklikler otomatik olarak geometrik ağı değiştirdiği gibi mantıksal ağda değiştirerek depolanmaktadır.

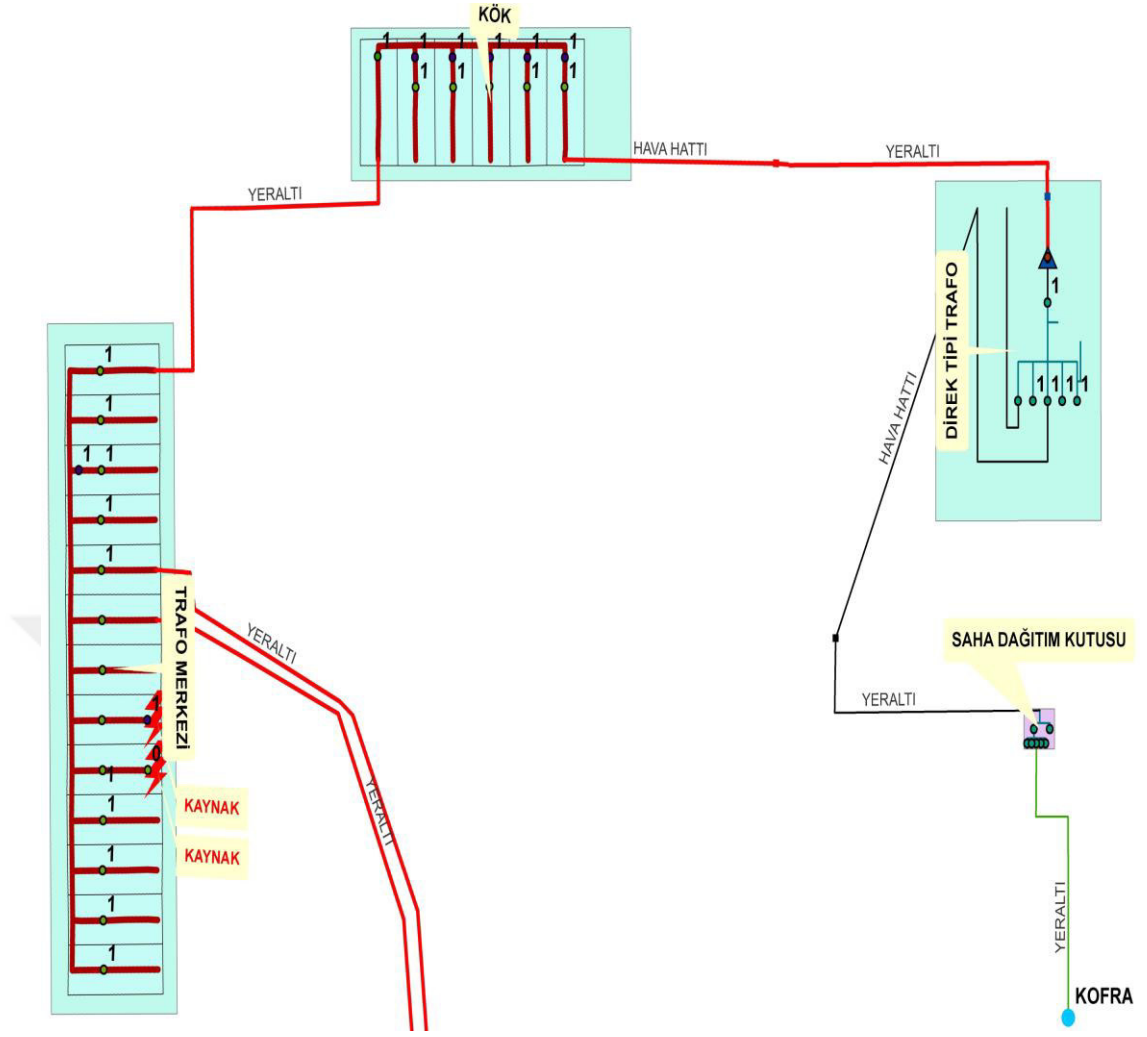


Şekil 3.1. Geometrik ağ (Anonim, 2020d)

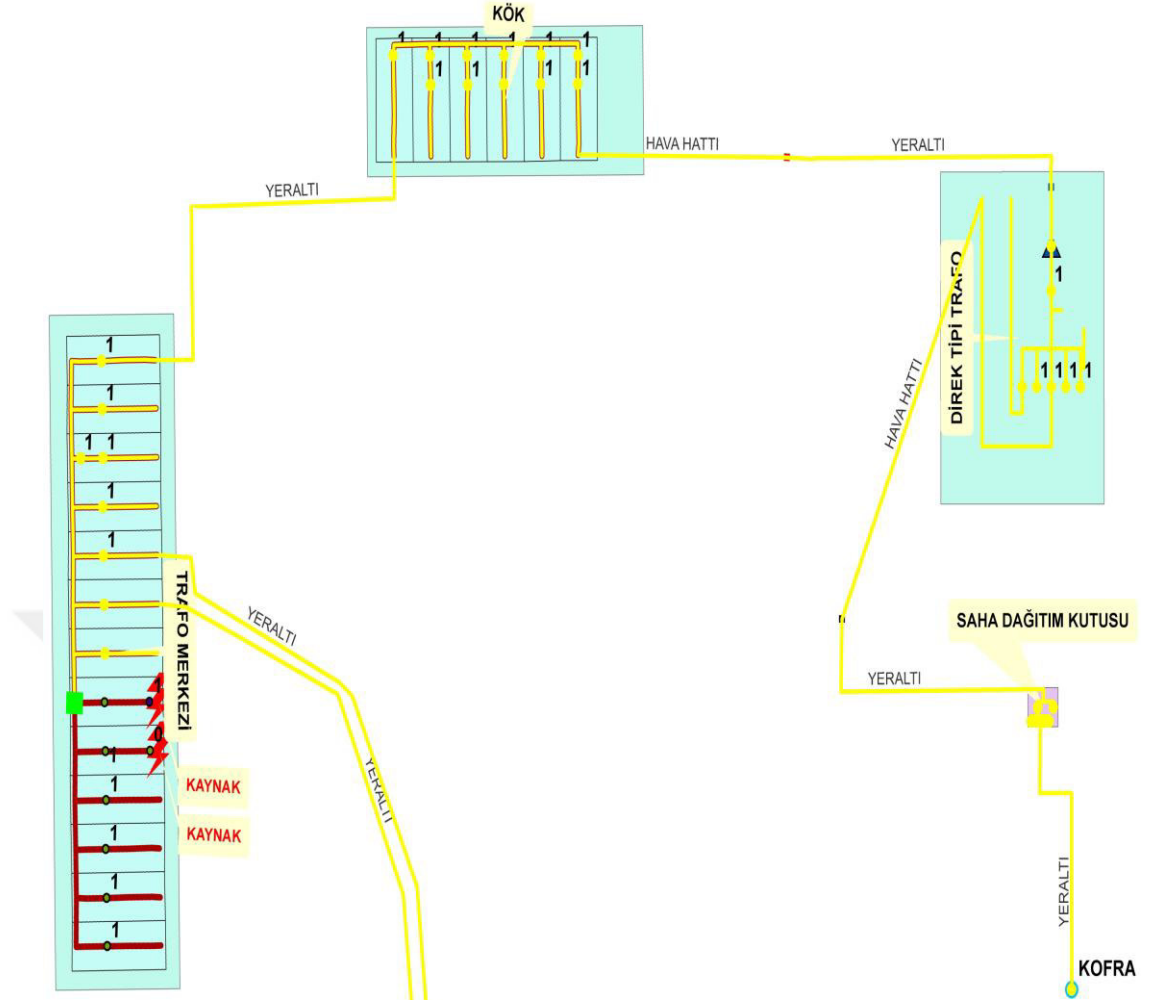


Şekil 3.2. Mantıksal ağ (Anonim, 2020e)

Elektrik dağıtım sistemlerinde geometrik ağ; kofra, hat, bara, trafo, anahtarlama elemanları ve kaynak noktalarını bulunduran katmanlar ile elde edilebilmektedir. Burada yapılan katman seçiminde amaç, kaynak noktasından verilen enerji akışını en son nokta olan kullanıcılara iletirken, akışın rotasını belirleyen ve yönüne etki eden şebeke elemanlarını bulundurmasıdır. Söz konusu geometrik ağ verisi oluşturulduğunda şebeke bağlantı modeli de kurulmuş olmaktadır (Şekil 3.3, Şekil 3.4).



Şekil 3.3. Şebeke bağlantı modeli ve geometrik ağ örneği



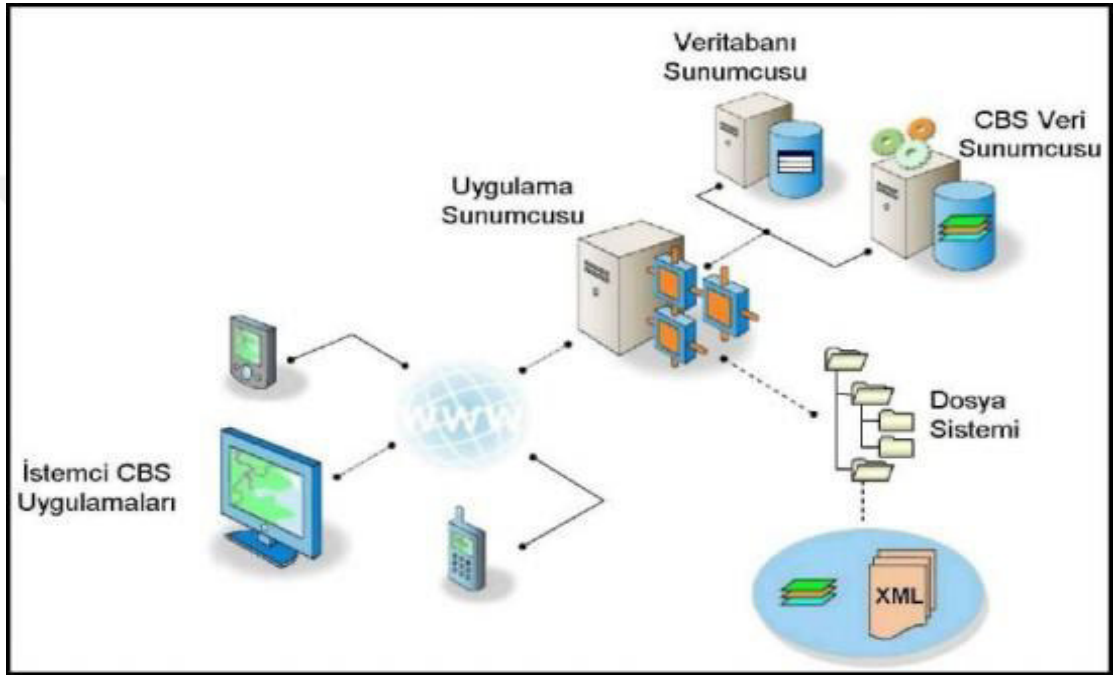
Şekil 3.4. Geometrik ağda enerji akış yönünde iz örneği

3.1.1.3 Veri Kalitesi

Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine Ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul Ve Esaslar mevzuatının, coğrafi bilgi sistemlerinde tutulan verilerin güncellenmesi ve doğruluğu başlığı altında ek tablolarına bağlı olarak istenile veriler, konum toleransları, veri kalitesinin ölçümü ve denetim usulleri yer almaktadır. Söz konusu mevzuata göre belirlenen puanlama tablosu ölçüsünde veri doğruluğunun %95 oranında olması gerekmektedir. Bu kapsamda CBS verilerinin tamlığı, doğruluğu ve hassasiyeti mevzuatta belirlenen periyotlarda denetimler yapılarak kontrol edileceği bildirilmektedir (Anonim, 2018).

3.1.2 Sistem Altyapıları

Birbirleri ile etkileşen varlıkların ve iletişimi sağlayan bağlantıların somut veya soyut olabildiği olgular bütünü sistem olarak ifade edilmektedir. CBS uygulamaları masaüstü tekil bilgisayar ve iş istasyonlarında çalışabildiği gibi web üzerinden sunucu istemci mimarisi ile de çalışabilmektedir. Son dönemlerde pek çok kurum ve kuruluş çalışmalarını web CBS üzerinden sunmaktadır. Bu kapsamında tasarlanan bir internet CBS mimarisinin örnek şeması Şekil 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.5. İnternet CBS mimarisi (Ercan ve Komesli, 2008)

Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine Ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul Ve Esaslar mevzuatının, coğrafi bilgi sistemlerinin niteliği ve coğrafi bilgi sistemlerinde güncel tutulması gereken veriler başlıkları altında, ilgili kurumlar tarafından kurulmuş olan CBS'nin entegre olacağı sistemleri, coğrafi olarak bulunduracağı verileri, veri yayımı gerekliliklerini, bulunduracağı fonksiyonları ve özellikleri belirtilmektedir (Anonim, 2018).

Bu kapsamda sistem altyapıları tasarımı yapılırken veri altyapılarına, entegrasyon yapılabilecek diğer sistemlere, kullanıcı sayısına ve veri yayımına uygun tercihler yapılmalıdır. Sistem mimarileri elektrik dağıtım şebekesi yönetimi yapan

kuruluşlarda karmaşık bir yapıda olup birçok bileşene sahiptir. Örnek vermek gerekirse, genel kurum içi güvenlik ağının dışına çıkacak bir sistem tasarımı yapılmamalıdır.

CBS için tasarlanan bir sistem altyapısı için veri yapıları ve yazılımlar arasında ihtiyaç duyulan iletişim, performans ve güvenliğin sağlanması en önemli ölçütlerdir.

3.1.3 Donanım Altyapıları

Sistemlerin ve yazılımların üzerinde çalıştığı, kontrol edilebildiği yapılara donanım adı verilmektedir. Donanımlar sistem ve yazılım gereksinimlerini karşılayacak özelliklerde olmalıdır. Bir son kullanıcı temel alındığında uygun donanım altyapısı kullanılmaması genel kurgu üzerinde bir olumsuzluğa sebebiyet vermeyip sadece kişisel performansı etkilemektedir. Hâlbuki sistem ve yazılım gereksinimlerine uygun olmayan bir sunucu seçilmesi ve kullanılması bütün kurgunun olumsuz etkilenmesine neden olacaktır.

Elektrik dağıtım sistemlerinde kullanılan CBS donanımlarının ne gibi ihtiyaçları karşılayacağı, Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine Ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul Ve Esaslar mevzuatında belirtilmiştir. Söz konusu mevzuata göre donanımlar veri yayımına, entegrasyona, veri büyüklüğünü analiz edebilecek ve görüntüleyebilecek özelliklere, veri depolamasına, veri depolarının konumlandırılmasına ve yedekleme gerekliliklerine uygun olması gerekmektedir (Anonim, 2018).

Bir diğer önemli husus ise sunucu kurulum ve sistem konfigürasyonlarının doğru ve eksiksiz gerçekleştirilmesi ile istikrarlı bir sistemin sağlanmasıdır. Bu işlemler yetkili kişiler tarafından yapılmadığı takdirde temin edilen donanımlar tam performansla kullanılamayacaktır.

Elektrik dağıtım sistemlerinde kullanılması gereken CBS donanım altyapıları, kullanılan veriler ve sistemler göz önüne alındığında çok yüksek kapasiteli olmalıdır. Entegrasyonlar ve analizler de düşünülürse sunucular arası çok yüksek hızda network alt yapısı kurulması gerekmektedir.

Donanım altyapıları konusunda bir diğer önemli husus ise donanımlar ne kadar iyi olursa olsun eğer yazılım mimarisi ile birlikte kurgulanmazsa optimum donanım altyapısı sağlanamayacaktır. Biraz daha açmak gerekirse, belirli bir amaç ve kurgu

için temin edilen donanım farklı bir yazılım mimarisi ile çalıştırılırsa bu durum donanım performansında düşüşlerin yaşanmasına sebep olabilecektir.

3.1.4 Yazılım Altyapıları

CBS denilince akla ilk gelen, olumlu veya olumsuz eleştirileri ilk alan bileşenlerinin başında yazılımlar gelmektedir. Aslında bu algının haklı bir gerekçesi vardır, o da en üst kullanıcıdan en alt kullanıcıya kadar tüm CBS ilgilileri tarafından aktif kullanılmakta olmasıdır. Bahsettiğimiz bu gerekçe yazılım altyapılarının tasarlanma ufkunu ortaya koymaktadır. CBS'nin yazılım altyapıları ilgili bütün kullanıcılar için etkin ve yetkin olmalıdır. Bazı kurumlar için bu yetkinlik tek bir yazılım ile sağlanabiliyorken, çok kullanıcı ve fazla işlev gerektiren CBS için birden çok yazılım altyapısı gerekebilmektedir.

CBS yazılımları donanımlar aracılığıyla sistemlere bağlı çalıştıklarından yoğun istemci hareketliliklerinde kapsamlı işlemlerin yapılması tek bir kurgu içerisinde zor bir hal almaktadır. Örnek vermek gerekirse çok kullanıcı ve gerçek zamanlı çalışan web tabanlı Kurumsal CBS yazılımında, herhangi bir katman üzerinde seçim sorgusu yapılmakta ve sonuç olarak dönen fazla sayıdaki kayıtların bir kolonunda bulunan değerleri işleme alarak toplu olarak değiştirilmeye çalışılmaktadır. Bu durumda işlem gerçekleşmeyebileceği gibi verilerin bulunduğu sunucuların kitlenmesine de sebebiyet verebilecektir. Sadece toplu veri güncellemek değil, birçok veri tablosu ile ilişkisi bulunan bir veriyi değiştirmekte yoğun istemci hareketleri durumlarında sorunlara yol açabilmektedir. Bahsedilen durumların gerçekleşmesi muhtemel kurgularda genellikle sunucu yazılımları, masaüstü yazılımları, mobil yazılımlar ve web yazılımları gibi birçok yazılımın birlikte çalışabildiği yazılım altyapıları tercih edilmektedir. Günümüzde farklı kurumların saha çalışmalarında GNSS (Global Navigation Satellite Systems) ile entegre çalışabilecek mobil yazılımları, veri görselleştirme yayınlama için web yazılımları ve analizler için masaüstü yazılımları kullanıldığı görülmektedir (Minango vd, 2019). Ayrıca yazılım testlerinin beklenen en fazla kullanıcı sayısı anında yapılması, CBS uygulamalarının kullanıma alınması sonrası gerçekleşebilecek sorunların ortaya çıkması adına çok önemlidir.

Geliştirilen CBS uygulamaları ile sektörlerde birçok probleme çözüm imkânı sağlanmaktadır. Entegrasyon ile sistemler arası iletişimin sağlanması ve sonuç ürünlerin üretilmesi yazılım geliştirme ile gerçekleştirilmektedir (Küçükpehlivan,

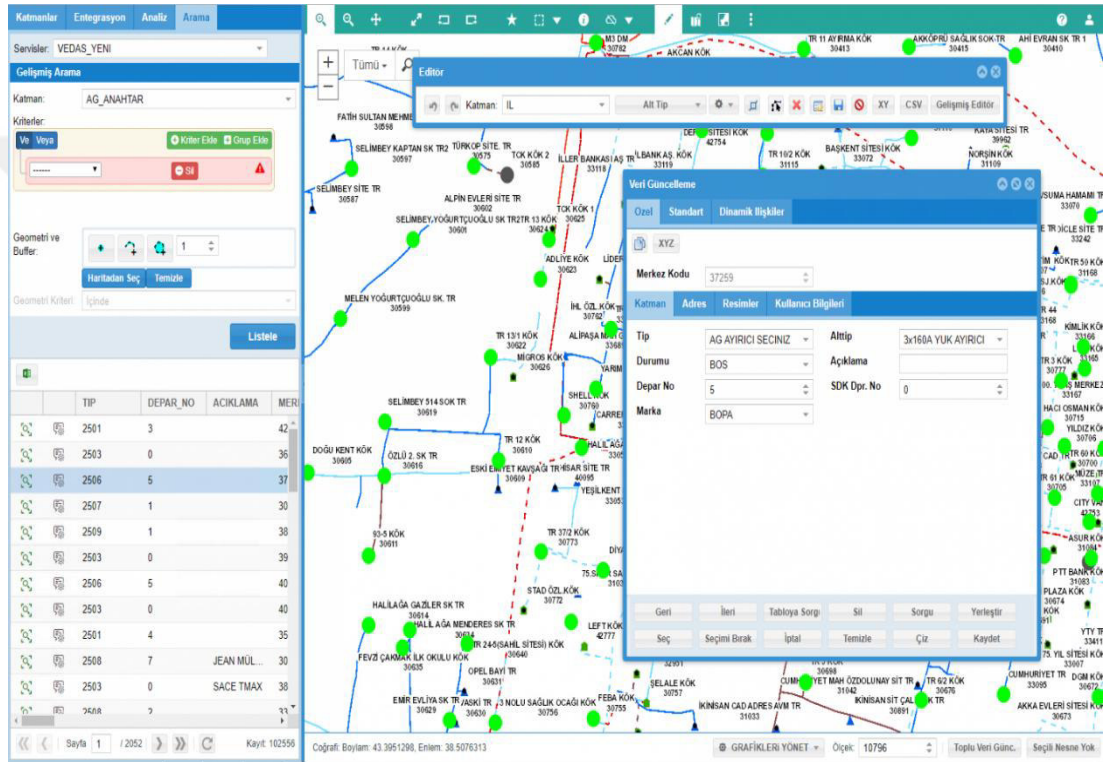
2014). Bu sebepten yazılım altyapıları için bir diğer önemli ölçüt ise geliştirilebilir olmasıdır. Gelişen teknoloji ve sistemler ile beklentiler artmakta olup yazılımlar üzerinde de bu beklentileri karşılayacak iyileştirmelerin yapılması gerekmektedir. CBS için yapılan tedariklerde günün ihtiyaçları temel alınarak değil geleceğin ihtiyaçlarını da ön görüp sürdürülebilir sistemler kurulması gerekmektedir.

Yazılım ürünlerinin sektörlere veya ülkelere göre geliştirilmesi dinamik bir yapıda gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle yazılım altyapıları kurgulanırken söz konusu dinamik yapı gerek firmalar gerekse de istihdam edilecek personeller üzerinde planlamalara dâhil edilmelidir (Küçükpehlivan, 2014). Bu konuda yazılım altyapısı için yapılacak yatırımı koruyabilmek adına kurulan ve geliştirilen her türlü yazılımların algoritmaları veya kodları (ticari paket ürünler hariç) gerek kurum bünyesinde gerekse hizmet alımı ile yapılsın, ilgili kurumun yetkili bölümüne sözleşme kapsamında şeffaf olarak paylaşılmalıdır. Bu paylaşımın birlikte yazılımcılar tarafından öngörülmeleyen bir yön ortaya çıkarılarak sistemin etkili ilerleyişi sürdürülebileceği gibi olası hizmet alımı iptalleri veya iş akdi fesihleri gibi durumlarda kesintisiz hizmet görevi gereği mevcut sistemler yürütülebilecektir.

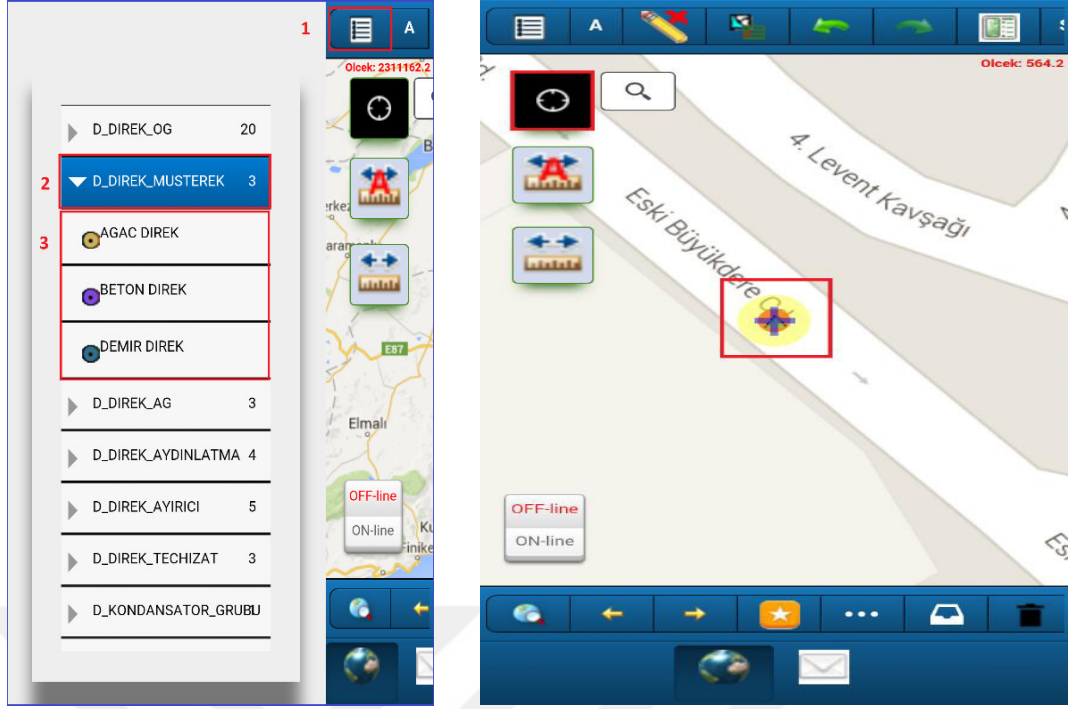
Belirli bir amaç doğrultusunda kurgulanmış ve gerçekleştirilmiş CBS'nin yukarıda bahsedildiği gibi gelişmeleri ve farklı alanları kapsamaları mümkün olmaktadır. Fakat bu tarz kararlar alınırken gerek sistem ve donanım yapılarına gerekte performans ölçütlerine dikkat edilmesi gerekmektedir. Günümüzde zoraki yapılan geliştirmeler ve entegrasyonlar mevcut sistemlerde performans düşüşlerine, süreç aksaklıklarına ve iş gücü-zaman kayıplarına sebebiyet vermektedir.

Elektrik dağıtım sistemleri gibi çok kullanıcı ve farklı yetki grupları bulunan sistemlerde genellikle sunucu, masaüstü, mobil ve web yazılımları birlikte tercih edilmektedir (Şekil 3.6, Şekil 3.7, Şekil 3.8). Yazılım ve sunucu maliyetleri düşünülerek gelişen internet ağları da göz önüne alındığında çok kullanıcı sistemlerde web tabanlı yazılım ürünleri önerilmektedir. Web tabanlı ürünlerde kullanıcılar üzerinden lisans ve donanım maliyetleri azaldığı gibi sunuculara erişim gerektiren RDP (Remote Desktop Protocol) gibi uygulamalar da ortadan kalkmaktadır.

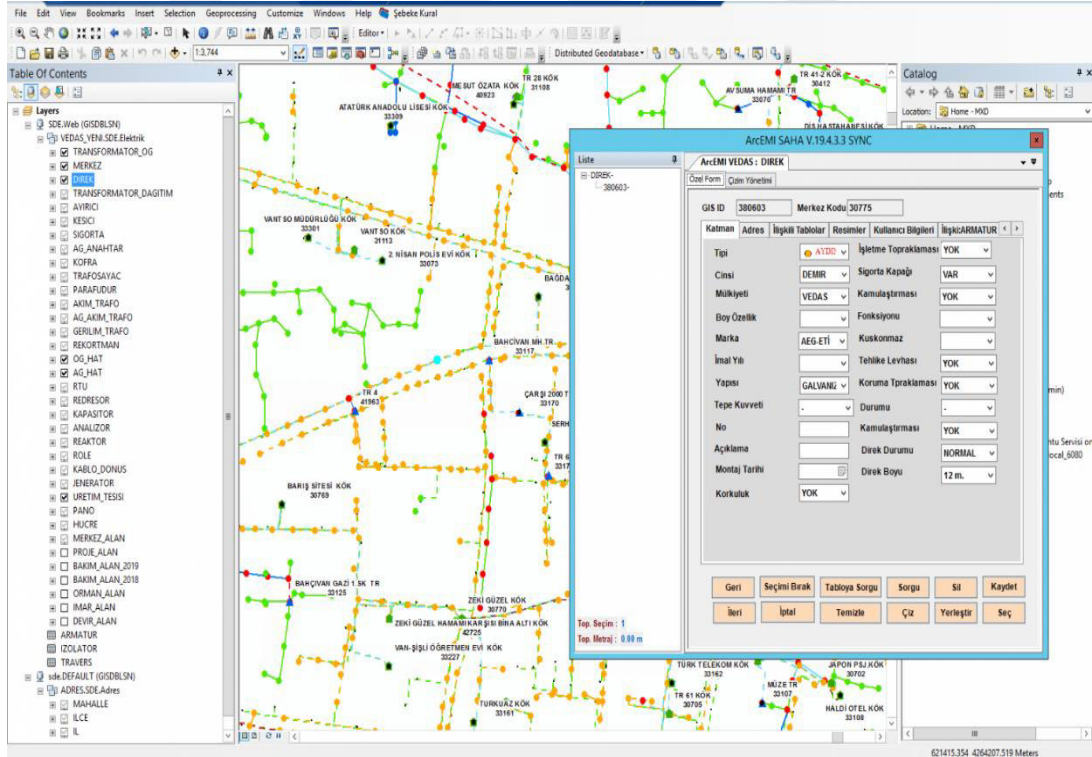
Fakat web ürünlerinin de dezavantajları bulunmaktadır. Web yazılımlarında harita katmanları düzenlenerek (renk, ölçek, etiket vs.) tüm kullanıcılar için aynı harita görseli elde edilmekte olup kullanıcı tabanlı değişikliklere performans nedenlerinden dolayı yüksek oranda müsaade edilememektedir. Bu durum verileri çok amaçlı görselleştirme ihtimallerini azaltmakta sadece belirlenen bir amaca hizmet etme durumuna sebep olmaktadır. Ayrıca bölgesel olarak geniş bir alandan çalışma yapan kurumlarda her noktada sağlıklı çalışma gerçekleştirebilecek internet altyapısı bulunmadığından yer yer performans düşüklükleri görülmektedir.



Şekil 3.6. Web uygulama örneği (Anonim, 2020c)



Şekil 3.7. Mobil uygulama örneği (Anonim, 2020c)



Şekil 3.8. Masaüstü uygulama örneği (Anonim, 2020c)

3.2 Mevcut Bilgi Sistemi Uygulamaları

Elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları geniş bir kullanım alanına sahiptir. Bölgesel olarak çalışmalarını yürüten kurumlarda benzer uygulamalar olduğu gibi ihtiyaçlarını CBS yoluyla giderme düşüncesiyle kurum özelinde farklı uygulamalar da görülmektedir. Bu bölümde genel olarak kullanılan uygulamalara değinilecektir.

3.2.1 Tesis Yönetimi

Elektrik dağıtımını ile sorumlu kurumlar kullanıcılarına yeterli, sağlıklı, sürekli, çevreye uyumlu, düşük maliyetli ve kaliteli enerji hizmeti sunabilmek için ekonomik ömrü tükenmiş tesisleri yenileme ve yeterli gelmeyen veya hiç tesis bulunmayan bölgelere ise ilave şebeke yatırımları yapmaktadır. Bahse konu yatırımlar elektrik dağıtım sistemi yaşam döngüsünde her yıl sürekli olarak gerçekleştirilmektedir.

Yatırımlar gerçekleştirilmeden önce proje ön hazırlık sürecinde keşif yapma ve avan proje çizimi işlemleri gerçekleştirilmektedir. Ön hazırlık sürecinde bütün bölgede saha keşfi yapmak ve bu keşifler üzerinden avan proje çizimleri yapmak uzun ve maliyetli bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Gerek iş gücünü arttırmak gerekte maliyetleri azaltmak için CBS kullanan kurumlar saha keşiflerini iki aşamada gerçekleştirmektedir. Çalışanlar öncelikle CBS uygulamaları kullanarak keşifleri yapmakta akabinde belirlenen noktalara sahada giderek düşüncelerini netleştirmektedir.

CBS uygulamaları kullanılarak yapılan saha keşiflerinde bütün bölge gözlenebildiğinden şebekenin korunması, yönetilmesi ve kontrolü için lüzum görülen yatırımlar tespit edilebilmektedir (Mathankumar ve Loganathan, 2015).

Bu aşamada sadece kurum verilerinden değil CBS'nin en önemli özelliklerinden biri olan birçok katmanla birlikte çalışılabilmesinden faydalanılmaktadır. Altlık haritalar vasıtasıyla saha gerçeklikleri (ortofoto, web haritaları vb.) ve imar planları, kadastro paftaları vb. kullanarak sahada görülemeyecek birçok bilgi ofis ortamında tespit edilebilmektedir. Yatırım programına alınması konusunda kesin kanaate varılan işler için ilgili bölgelerin CBS uygulamaları üzerinden çok fazla saha verisine ihtiyaç duyulmaksızın avam projeler gerçekleştirilmektedir. Ayrıca CBS verileri ve yetenekleri kullanılarak yapılan

projelerde, birim maliyet tablolarına göre hesaplanan toplam maliyet ile gerçekleşen maliyet arasındaki fark en aza inmektedir. Şekil 3.9’de elektrik dağıtım sistemi CBS verileri ile kadastro paftalarının aynı koordinat sisteminde çakıştırılmış örneği bulunmaktadır.



Şekil 3.9. Kadastral veriler ve elektrik şebekesi entegrasyonu

Ayrıca CBS sayesinde enerji arzı sağlanacak nokta ile şebeke bağlantı noktası arasında Sayısal Arazi Modeli (SAM) ve doğal yapılar, yapay yapılar, şebeke elemanları gibi diğer saha obje verileri kullanılarak en uygun güzergâhın belirlenmesi adına otomatik algoritmalar geliştirilerek birçok alternatif güzergâh belirlenebilmektedir.

Gerçekleştirilen projelerin kamulaştırma ölçüleri ait çizimleri gerek CBS uygulamalarında gerekse CAD (Computer Aided Design) uygulamalarında yapılarak CBS ortamına aktarma yoluyla mevcut şebeke ve altlık haritalara üzerinde incelenmesi yapılabilecektir. Ayrıca CBS uygulamalarında kamulaştırma süreçleri oluşturularak takip onay mekanizması kurulabileceği gibi ilgili süreçlerden elde edilen dokümanlar CBS ortamından paylaşılarak EBYS (Elektronik Belge Yönetim Sistemi) olarak da kullanılabilir. Üstelik yetkilendirme ile üst kurum ilgililerine

kullanıcı oluşturularak diğer kurum süreçleri de kolaylaştırılıp genel işleyişte hızlanma sağlanabilecektir.

Tesis yönetimi hususunda bir diğer iş süreci ise yapılan tesis işlemlerini CBS ortamına aktarmaktır. Veri güncelleme süreci veri kalitesi ve sistem yaşam döngüsü için kritik öneme sahiptir. Yapılan tesis işlemlerini bazı kurumlar masaüstü uygulamaları vasıtasıyla tesis yapım firması tarafından gelen CBS verilerini ofis ortamında yapılan çalışmalar kendi sistemlerine aktarmaktadır. Bazı kurumlar ise mobil uygulama mahareti ile online (çevrimiçi) veya offline (çevrimdışı) check-in (veri teslim almak) check-out (güncellenen veriyi teslim etmek) senkronizasyon yöntemi ile sahadan toplatılıp gönderilen veriler üzerinden kontrol yaparak veri güncelliğini sağlamaktadır. İki yöntemde maliyet, işgücü, yazılım geliştirme, veri kaybı, veri kalitesi, yazılım yetenekleri gibi avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Burada kurum ve çözüm ortaklarının uygulayabildikleri ve uyum sağlayabilecekleri yöntemler tercih sebebidir.

Yapılan yatırıma ait şebeke envanter verileri CBS ortamına aktarıldıktan sonra tesis işlerinin hak ediş dokümanları sistem içine yerleştirilen otomatik raporlamalar ile yapılabilmektedir. Yine kurum tercihi ile hak ediş dokümanları değil de hak ediş kontrolleri için raporlamalar oluşturulabilmektedir.

3.2.2 İşletme Operasyon Yönetimi

Sorumluluk alanı bölgelerinde bulunan elektrik enerjisi ihtiyacını karşılayan elektrik dağıtım sistemleri canlı bir yapıda bulunduğundan her an arıza riski içermektedir. Elektrik dağıtım görevini yürütmekte olan kurumların müşterilerine sağlıklı ve kesintisiz enerji arzını sağlamak için ilk görevi enerji kesinti sayılarını minimum seviyede tutmaktır. Bu görev gereği elektrik şebekesi bakım ve onarımları periyodik olarak yapılması gerekmektedir. Bakım ve onarım ihtiyacı bulunan şebeke noktaları çoğunlukla geçmiş yıllarda arıza gerçekleşen ve gerçekleşmesi şebeke ömrü, yapılaşma vb. sebeplerle mümkün olan lokasyonlardır. Toplu bir şekilde söz konusu lokasyonların tespiti CBS entegrasyonu ile mümkün hale gelmektedir. Arıza tespitleri yapılırken tespit edilen lokasyonlarda bulunan, CBS veri toplama işlemleri sırasında TEDAŞ (Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi) tarafından yayımlanan “Elektrik Dağıtım Şebekesinin Numaralama İşleri Teknik Şartnamesi” ve kurumlar tarafından şartnameye uygun olarak hazırlanan esaslar gereği uygulanan envanter

numaraları arıza kayıtlarının tutulduğu yönetim bilgi sistemlerine girilmektedir. Tutulan kayıt ile iki sistem arası entegrasyon gerçekleşmektedir. Bakım-onarım hizmeti kapsamında gerçekleşmeyecek büyüklükteki işler yatırım kapsamına aktarılması için tesis bölümüne iletilmektedir. Bu durum bir anlamda etkili yatırım planlarının belirlenmesinde CBS'nin etkinliğini ortaya çıkarmaktadır. Ayrıca arıza kaynaklı etkilenen kullanıcı ve şebeke elemanları tespitleri de söz konusu entegrasyonla birlikte belirlenebilmektedir. Yine CBS uygulamaları ile mevcut şebeke verileri ve diğer kurumların proje haritaları çakıştırılarak, proje çalışmaları sırasında yaşanabilecek bir arıza durumu önceden tahmin edilmesiyle tedbirler alınabilmektedir.

Elektrik Dağıtım ile sorumlu kurumların bir diğer görevi ise gerçekleşen arızalara en kısa sürede müdahalede bulunarak arızayı bertaraf etmek ve enerji arzını tekrar sağlamaktır. Çalışmaların mümkün olduğunca hızlı gerçekleşmesi ilk olarak sahaya hakim olmakla mümkündür. Kurumlarda personel sirkülasyonlarının yaşanması, vardiya ve görevlendirmelerle çalışanların bildikleri bölgelerden uzaklaşması sebepleriyle saha hâkimiyetini çalışan hafızası üzerinden sağlamak genellikle mümkün olmamaktadır. CBS uygulamalarının görsel özellikleri arıza noktası etrafındaki bağlantılı şebeke verilerinin hızlı bir şekilde incelenebilmesini sağlarken, analiz yetenekleriyle de arıza noktasından enerji kaynağı yönündeki açma noktası ayrıntılarıyla tespit edilebilmektedir.

Ayrıca oluşan herhangi bir kesintiden etkilenen kullanıcılar tespit edilebildiğinden, kesintiler hakkında bilgilendirmeler sağlanabilmektedir (Emiroğlu vd, 2007). Şekil 3.10'de bir trafodan enerji verildiğinde veya trafonun enerjisi kesildiğinde etkilenen kullanıcıların listelendiği bir uygulama örneği görülmektedir. Burada kesintiden etkilenen kullanıcıların tespiti için CBS ortamında gerçekleştirilen ve korunan şebeke bağlantı modeli kullanılmaktadır. SCADA, DMS, OMS gibi işletme operasyon yönetiminde kullanılan sistemler şebeke bağlantı modelini CBS ortamından temin etmektedir. Bu sayede trafo ve kesiciler arasındaki enerjinin akış durumu, arıza noktasına ait envanter özeti, arıza bildirim gelen kullanıcıların gruplanması ve arıza noktasına yaklaşım gibi bir çok önemli analiz yapılabilmektedir.

Network Rapor

Dişta Aktar Trafo OG Rapor

Rapor

Enerji Verilen Trafo: 35-02:A00005 - BORNOVA TM 35-02:K04163

Enerji verilen trafodan beslenen aboneler

TRAFOBİNA KODU	TRAFOBİ...	MULKİYET	İMAR	GÜÇÜ	ABONE NO	ADI	SOYADI	TRAFİ KODU	MULKİYET	İMAR	ABONE TİPİ
35-02-K04015	K-4015	KURUM	İMAR İCİ	400	11116090		OSMAN KEPIİR	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K04163	K-4163	KURUM	İMAR İCİ	400	11265950		ŞÜKRÜ BİÇER	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K01286	K-1286	KURUM	İMAR İCİ	400	11109869		HÜSEYİN BEDİR	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K01660Ö	K-1660 A...	ÖZEL	İMAR İCİ	630	11054599		SERKAN BEDİR	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K00184Ö	K-184 PE...	ÖZEL	İMAR İCİ	100	11214299			35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K04376	K-4376	KURUM	İMAR İCİ	1000	11221913		NURŞEN PAK	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN ORT...
35-02-K04405	K-4405	KURUM	İMAR İCİ	630	11156786		ŞEVKET TURAN	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K04335	K-4335	KURUM	İMAR İCİ	630	11086848		ŞEVKET TURAN	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K00405	K-405	KURUM	İMAR İCİ	1000	11156785		ŞEVKET TURAN	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K00342	K-342	KURUM	İMAR İCİ	1250	11278837		GÜLİZAR KUŞ	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K02519	K-2519	KURUM	İMAR İCİ	630	11276730		ERDOĞAN BE...	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K00286Ö	K-286 Çİ...	ÖZEL	İMAR İCİ	250	11273208		RAMİZ SEVGİLİ	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K03666Ö	K-3666 E...	ÖZEL	İMAR İCİ	160	11265340		HALLİ İBRAH...	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN
35-02-K00274Ö	K-274 OPET	ÖZEL	İMAR İCİ	160	11274057		ABDURRAHM...	35-02-K04163	KURUM		0 MESKEN

	İmar İçi (Sayı-Güç)	İmar Dışı (Sayı-Güç)	Toplam (Sayı-Güç)	İmar İçi	Mesken	Ticarethane	Aydınlatma	Sanayi	T.Sulama	Diğer	Toplam
Kurum	15-10640	0-0	15-10640	İmar Dışı	0	0	0	0	0	0	0
Özel	5-1300	0-0	5-1300	Toplam	0	0	0	0	0	0	254
Toplam	20-11940	0-0	20-11940	Toplam	212	0	0	0	0	42	254

Şekil 3.10. CBS ve ABYS entegrasyonu (Yıldırım, 2020)

SCADA (elektik) dağıtım sistemlerinde şebekenin izlenmesi ve korunması için kullanılan bir araçtır (Taylor ve Kazemzadeh, 2009). CBS ortamında bulunan bağlantı modeli tek-hat diyagramlarına dönüştürülerek SCADA sistemine aktarılabilir. Diğer taraftan entegrasyon ile SCADA tarafında yapılacak bir kontrol hamlesi CBS ortamına iletilerek şebekenin akış yönünü değiştirebilir. Bu durum anlık doğru raporlamalar için önemli bir koşuldur.

OMS arıza çağrılarını birleştirilmesi, ekiplerin doğru ve efektif yönetilmesi, kesintilerin analiz ve tahminine imkân tanması ve güvenilirlik kriterlerinin analiz edilmesi gibi birçok işlem yapan bir araçtır (Taylor ve Kazemzadeh, 2009). OMS ve CBS entegrasyonu bahsedilen bütün işlemler için modern sistemlerde gereklidir. Çünkü hem konum hem de bağlantı modelini içeren bir sistem olan CBS aynı zamanda şebekenin gerçek ölçülerini de barındırır. OMS ve CBS entegrasyonu birçok süreç gelişimi için artık zaruri hale gelmiştir. Entegre bir sistemin kurulumu ilgili kuruma müşteri memnuniyeti, hızlı ve etkili işletme yönetimi olarak geri dönmektedir.

DMS kesinti yönetimleri için kullanılırken aynı zamanda planlı ve rutin elektrik işlerinin yönetimi ve raporlanması için de kullanılmaktadır. Günümüzde artan ilave üretim tesislerinin dağıtım sistemine bağlanmasında ve talep-tahmin iş süreçlerinin yürütülmesinde DMS'in önemi artmaktadır (Taylor ve Kazemzadeh, 2009). DMS ve CBS entegrasyonu ile yapılacak işlerin veya bağlantıların hangi bölgeleri ve kullanıcıları etkileyeceğinin tespit edilebilmesi ile birlikte yeni oluşacak şebeke bağlantı modeli üzerinden güç analizleri de sağlanabilecektir.

Arıza ve bakım-onarım işlemleri kapsamında değişen şebeke unsurlarının CBS ortamına aktarılması aynı tesis yönetimi sürecinde bahsedildiği gibi bir diğer iş süreci olarak karşımıza çıkmaktadır.

Konumu belirli olan yeni bir kullanıcıya normal şartlarda en yakın şebekeden enerji verilmektedir. Bu durum uygulanırken gerilim düşümü yaşanmaması ve güç kayıplarının artmaması için trafonun verdiği güç ile trafodan beslenen kullanıcıların çekmiş olduğu güçler ve eklenecek kullanıcının trafoya olan hat uzunluğu, kesiti gibi bilgiler irdelenmektedir (Beyhan, 2019). Bu bağlamda, Elektrik Dağıtım Sistemine katılacak yeni kullanıcılar için bağlantı görüşlerinin CBS uygulamaları kullanılarak verilmesi sistem üzerinde bulunan bütün kullanıcılara kaliteli enerji verilmesi adına önemlidir. Ayrıca bu süreç ile sahada yapılacak bağlantı görüşü işlemleri ofis ortamında gerçekleştirilerek iş gücü-zaman tasarrufu sağlanacaktır.

Trafolar ile kullanıcıların elektriksel ilişkileri tam ve doğru olarak kurulduğunda, trafo ölçümleri ile kullanıcı tüketimleri kıyaslanarak trafo bazlı kayıp-kaçak belirlenebilmekte ve coğrafi olarak kaçak noktalarının tespitine gidilebilmektedir.

3.2.3 Adres Yönetimi

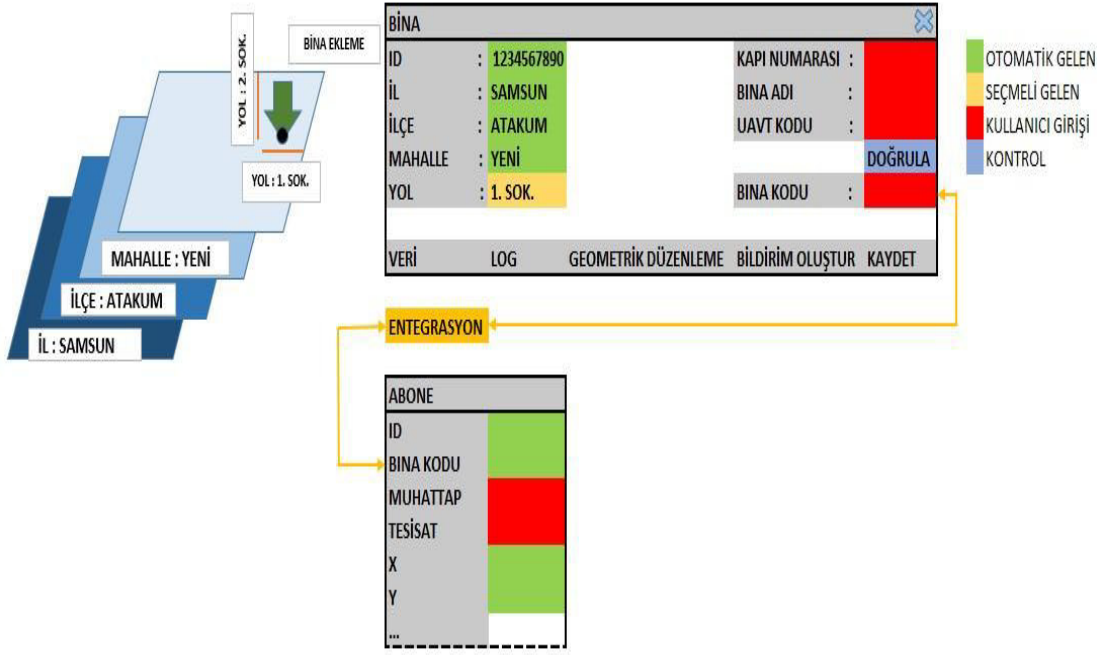
Müşterilerine yaptıkları tüketimi veya bildirimleri doküman halinde oluşturarak muhatapların adreslerine iletilmesi dağıtım ve perakende kurumlarının temel görevleri arasındadır. Bu görev yerine getirilirken fatura veya bildirimlere basılacak adres bilgilerinin yapılan şehircilik uygulamaları ile değişen yol, bina, mahalle isimleri sebebiyle dinamik yapıda olması tercih edilmektedir. CBS ortamına eklenen bir bina objesi, üzerine eklendiği il, ilçe ve mahalle katmanlarından ilgili bilgileri almakta hatta ön bahçe cephesine göre seçilebilecek yol adı seçenekleri

filtreli halde kullanıcıya sunulmaktadır. Bu yapıda bir mahalle veya yol adı değiştiğinde ilgili tüm binaların adresleri de işlem gerektirmeksizin değişecektir. Yine CBS ortamında binası oluşmuş bir objenin içerisine bir tüketim noktası oluşturulduğunda sadece iç kapı numarası girilmesi ile diğer tüm bilgileri bina objesinden alarak adresi oluşturulmaktadır. Her bir bina objesi elektrik şebeke verisine bağlı bulunması gerektiğinden şebeke yönetimi için de yüksek öneme sahiptir. Konumlarında hata bulunan bina objelerinin adreslerinde yanlışlıklar olabildiği gibi elektriksel bağlantıları da yanlış olabilmektedir. Bu durum herhangi bir kesinti sonucu etkilenen kullanıcıların tespiti anlamında yanlış sonuçlar üretilmesine sebebiyet verecektir.

Birçok dağıtım kurumunda kullanıcı verileri ayrı veri tabanlarında ve sistemlerde tutulmakta olup CBS ile entegrasyonu bina objesinde bulunan tekil kodlarla sağlanmaktadır. Bu açıdan bakıldığında binalar ve tüketim noktalarının doğru eşleşmesi veri kalitesi açısından önemlidir. Yanlış eşleşmeler sonucu bina konumları ve şebeke bağlantıları doğru olsa dahi kesintiden etkilenen kullanıcıların tespiti noktasında yanlış sonuçlar dönmektedir.

Elektrik dağıtım kurumlarında adres yönetimi için bir diğer yol ise bilgi teminini UAVT (Ulusal Adres Veri Tabanı) kodu ile gerçekleştirerek adres verilerini abone bilgi sisteminde tutmaktır. Bu yöntemde mahalle ve yol isim değişikliklerinin toplu olarak ilgili binalarda güncellenmesi güç bir hal almaktadır. Kullanıcı bilgilerinin CBS verileri ile entegrasyonu da CBS verilerinde bulunan kofra gibi objelerdeki tekil kodlar ile mümkün olmaktadır.

Günümüzde çalışmaları devam eden MAKS (Mekansal Adres Kayıt Sistemi) projesi de gerçekleştiğinde kurulan altyapının elektrik dağıtım kurumlarında adres yönetimi için kullanılması mümkün olacaktır. Şuan için adres yönetiminin CBS ortamında yapılması ve adres verilerinin UAVT kodu ile kontrollerinin sağlanması yöntem olarak önerilmektedir. Bahsedilen hususta oluşturulacak kurgu Şekil 3.11'de gösterilmiştir.



Şekil 3.11. Adres yönetimi kurgusu

TUCBS standartlarının belirlenmesi projesi kapsamında yer alan adres veri temasında bina, parsel, idari birim ve ulaşım katmanları ile güçlü ilişkiler kurulması gerektiği belirtilmektedir (ÇŞB, 2012). Söz konusu temada bahsedilen güçlü ilişkilerin ayrıntıları ile işlenmesi ilgililerin uygulama kısmına daha kolay odaklanmasını sağlayacaktır.

3.2.4 Varlık Yönetimi

Elektrik dağıtım sisteminde bulunan her öge ilgili kurum adına bir varlığı ifade etmektedir. Bu varlıkların zimmete alındığı andan itibaren depolandığı yer, sayıları, cinsleri, üretim tarihleri, kullanım ömürleri, harcandığı bölgeler, konumlar, stok durumu vb. tüm niceliklerin temini, hareketleri ve güncel durumlarının idare edilmesi varlık yönetimini ifade etmektedir. Günümüze kadar olan sürede diğer sektörler tarafından kurgulanan ve işletilen bu sistem son dönemde elektrik dağıtım sistemleri içinde uygulanmaya başlanmıştır.

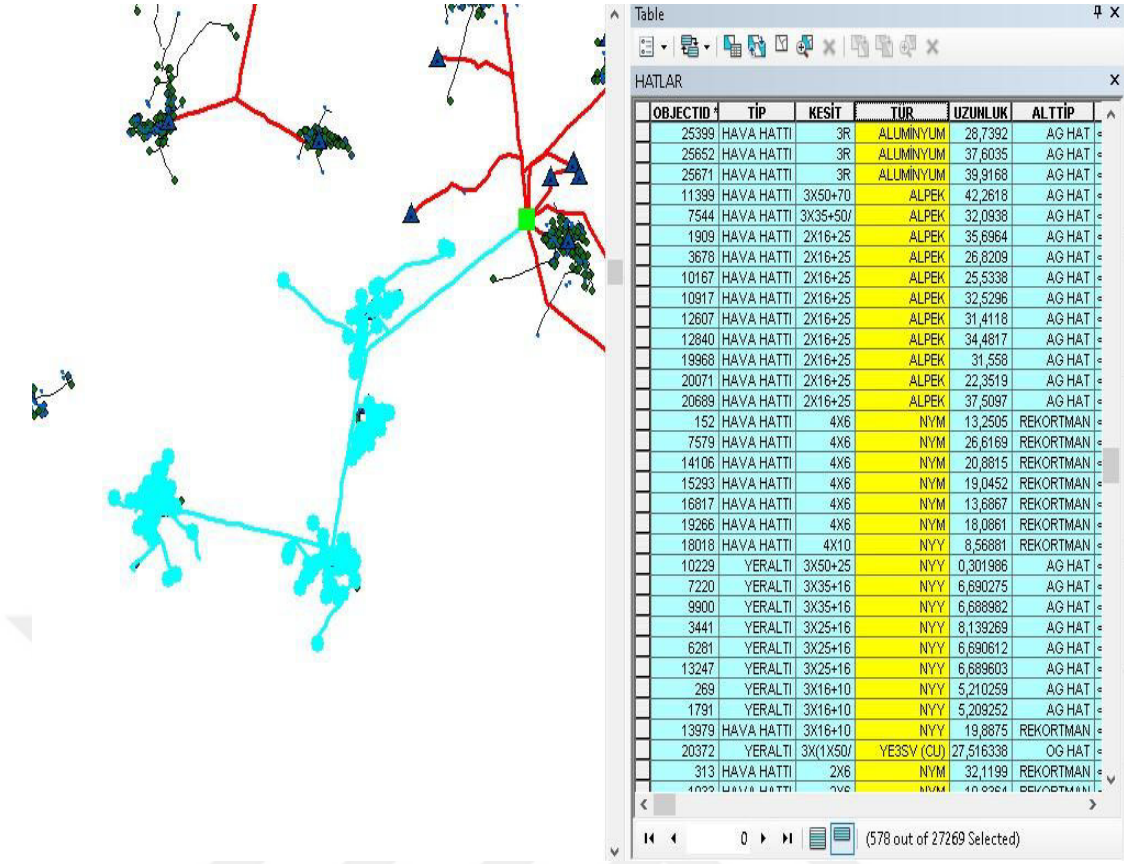
Kurumların yönetiminde bulunduğu materyaller ile ilgili stok yönetimi yapılmaktadır. Lakin bu konuda yönetilebilir, geliştirilebilir ve sürdürülebilir bir bilgi yönetim sistemine ihtiyaç duyulmuş ve varlık yönetimi kavramı ortaya çıkarılmıştır.

Bu hususta kurumların mevcut CBS altyapıları düşünülürken birçok bilgi ve konum verisi mevcut olduğu görülmektedir. Buraya ek olarak varlık yönetimi için gerekenler, diğer öznitelik ve mekânsal bilgilerin temin edilmesi ve yönetilmesidir. Çalışacak varlık yönetim sistemi CBS ortamında kurgulanabileceği gibi farklı bir veri tabanında ve veri tabanı yönetim sisteminde oluşturularak CBS entegrasyonu ile işler hale getirilebilmektedir. CBS ortamında kurgulanması, varlık yönetimi ile ilgili veri yapılarının mevcut veri yapısına eklenmesi ile mümkün olabilecektir. Söz konusu veri yapıları değiştirilmeden önce ve sonra gerekli analizler gerçekleştirilmeli ve iki yönetim sistemi için işleyiş ve performans gerekliliklerini sağlayacak altyapılar hazır hale getirilmelidir.

Elektrik dağıtım sistemlerinde oluşturulacak CBS ortamı için gerekli numaratajların varlık yönetimi içinde kullanılması CBS iş süreçlerini de rahatlatacak bir gelişme olacaktır. Ortak numarataj veya barkod bilgilerinin kullanılması farklı veri tabanları ve veri tabanları yönetim sistemleri kurgusu için entegrasyon yapılacak alanı ortaya çıkarmaktadır.

CBS ile Varlık Yönetimi Sisteminin birlikte ve bağlantılı çalışmasının bir diğer avantajı ise sahada bulunan bir varlığın hareket etmesi üzerine CBS ortamında bir güncelleme gerçekleşeceğinden söz konusu hareketlilik varlık yönetimini de ilgilendirecektir. CBS gereği objeler arasında bulunan ilişkilerde kullanılarak birlikte hareket edebilen envanterleri bu vesile ile görebilecek ve tek bir hareket ile grup halinde bulunan envanterlerin varlık yönetimi sisteminde güncellenmesi sağlanabilecektir.

Varlık yöntemi ve CBS entegrasyonu ile Şekil 3.12’de gösterildiği gibi bir kesinti sonrası etkilenen şebekenin tespit edilecek konum ve envanter bilgileri sayesinde arızaya uygun malzeme ile müdahale etmenin yolunu açacağından kesinti süresini azaltarak müşteri memnuniyetinde artış sağlanacaktır (Emiroğlu vd, 2007).



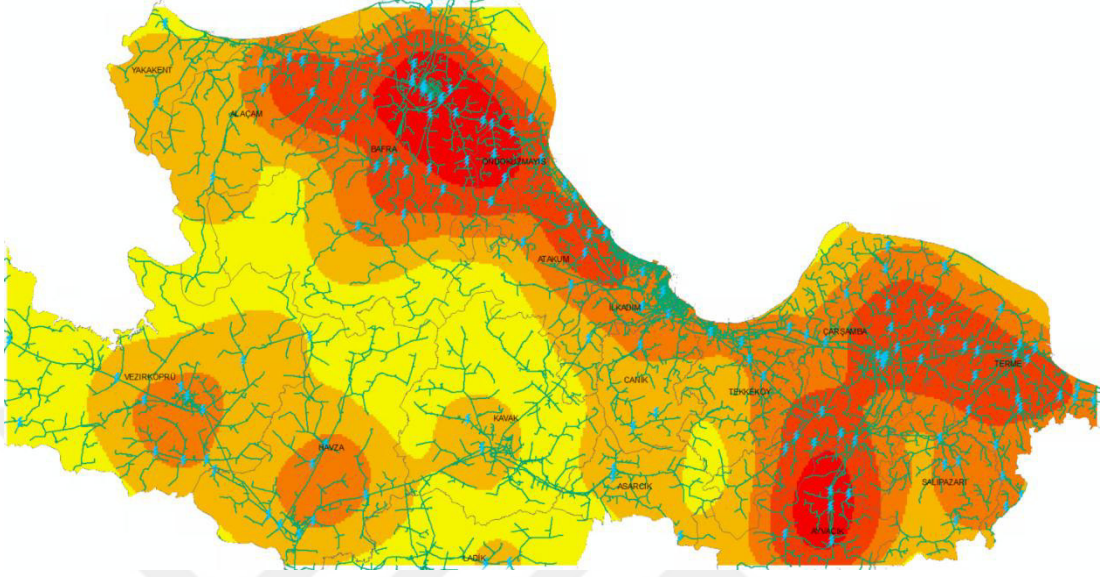
Şekil 3.12. Kesinti sonrası etkilenen malzeme bilgisi

3.2.5 Tematik Harita Üretimi

Coğrafi olarak temsil edilebilen bir probleme, başarıya veya objelerden oluşan grup yada gruplara ait bilgileri belirli projeksiyon sisteminde düzleme aktarılması ile elde edilen kartografik ürünlere tematik haritalar denilmektedir.

Elektrik dağıtım sistemi gibi içerisinde birçok çeşit veri bulunduran kurumların, bu verilerle anlamlı kartografik ürünler elde ederek konulara dair çeşitli bakış açısı geliştiren tematik haritalar üretmesi süreçlere fayda sağlamaktadır. İncelenen konunun hangi bölgede daha yoğun olduğu, yoğunluğa göre bölgelerin sıralaması, önem ölçütüne ve coğrafi yakınlığa göre operasyonların yönetilmesi, konunun içerisinde yer alan birden fazla özelliğe göre önem bölgelerinin seçilmesi vb. birçok amaca hizmet eden ürünler üretilerek kurum çalışanlarına ve yöneticilere karar destek mekanizması olarak sunulmaktadır. Tematik haritaların üretimi kurgulanarak modellenilebilmekte ve kodlara aktarılarak CBS uygulamalarında veya farklı formatlarda otomatik görüntülenebilmektedir. Şekil 3.13’de arızaların

gerçekleştiği konumlardan elde edilen yoğunluk haritası bulunmaktadır. Bu ürün sayesinde yoğunluğun fazla olduğu bölgeler tespit edilerek arıza nedenleri ve çözümleri üzerinde daha hızlı sonuca varılabilmektedir.



Şekil 3.13. Arıza yoğunluk haritası örneği

3.2.6 Üst Kurum Raporlamaları

Elektrik dağıtım hizmeti sağlayan kurumlar kendi süreçleri ve işleyişleri için raporlar hazırlayarak yönetimleri ile paylaştıkları gibi üst kurumlara da (TEDAŞ, EPDK, ETKB (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı)) raporlar sunarak işletme devir sözleşmesi gereği sorumluluklarını yerine getirip getirmediği kontrol edilmektedir. Ayrıca aynı raporlamalar ile kanun ve yönetmelikler gereği bir uygunsuzluk oluşmaması için düzenli denetimler gerçekleştirilmektedir.

EPDK'nin Elektrik Piyasasında Dağıtım Lisansı Sahiplerinin Bilişim Sistemlerine Kurumun Uzaktan Erişiminin Sağlanmasına İlişkin Usul Ve Esaslarında (2017) belirlenen sürelerde Elektrik Dağıtım Veri Ambarı ve Raporlama Sistemi (EDVARS) kurulması ve EPDK tarafından istenilen rapor ve verilerin yine EPDK tarafından belirlenen periyotlarda EDVARS aracılığıyla paylaşılması istenmektedir. Ayrıca EDVARS üzerinde oluşturulan bildirimleri yetkilendirilmiş personel tarafından belirlenen periyotlarda Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu Bildirim Sistemi'ne (EBİS) yüklenmesi istenmektedir (Anonim, 2017) .

EPDK'nin Elektrik Dağıtım Ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği içerisinde, kurumlardan talep edilen raporlamalara ilişkin bazı tablolar yer almaktadır (Tablo 3.1). Bu raporlamalar ile elektrik enerjisinin tedarik sürekliliğine, kurum ve kullanıcıların ticari ve teknik kalitesine ilişkin uyması gereken kurallara ve uygulamalara ait denetimler sağlanmaktadır (Anonim, 2012).

Tablo 3.1. Alçak gerilim kullanıcılarının imar içi ve imar dışı dağılımı (Anonim, 2012).

ORTA GERİLİM SEVİYESİ	TOPLAM AG KULLANICI SAYISI (A)	MERKEZ SAYISI (B)	AG KULLANICI SAYISI / MERKEZ SAYISI (A/B)	OG FİDER SAYISI (C)	AG KULLANICI SAYISI / OG FİDER SAYISI (A/C)	DAĞITIM TRANSFORMATÖRÜ SAYISI (D)	AG KULLANICI SAYISI / DAĞITIM TRANSFORMATÖRÜ SAYISI (A/D)
İMAR ALANI İÇİ							
İMAR ALANI DIŞI							
TOPLAM							

Elektrik şebekesini uzaktan kontrol etmek ve izlemek için kurulan SCADA, OSOS gibi sistemler ile belirli bir bölge enerjisiz kaldığında uyarıcı sinyaller alınabilmektedir. Gerçekleşen kesintiler daha sonra raporlamalarda yer almakta ve belirlenen limitlerin aşılmadığı kontrol edilmektedir.

Raporlamaların bazıları CBS ortamından alınmakta bazıları ise entegrasyon bulunan diğer sistemlerden alınmaktadır. Neticede elektriksel topoloji kurgulandığı ve çalıştığı CBS, birçok raporların kaynak kısmını oluşturmaktadır. Kesinti anında OSOS, SCADA gibi sistemlere düşen sinyallerin alındığı kabinlere, trafolar ve fiderlere belirlenen tekil kodlar ile CBS entegrasyonu sağlanmaktadır. Söz konusu entegrasyonlar daha birçok konumsal ve topolojik ilişkiyi gerektiren raporlamaların türetilmesine olanak sağlamaktadır.

4. ELEKTRİK DAĞITIM SİSTEMLERİ İÇİN ENTEGRASYON MİMARİLERİ

Genel bilgiler bölümünde yer alan literatür çalışmalarında da değinildiği üzere Elektrik Dağıtım için kullanılan bilgi sistemlerinin entegrasyonu konusunda birçok çalışmada farklı yöntemler tercih edilmiştir. Daha öncede belirtildiği gibi bir kurum için entegrasyon yöntemi seçiminde mevcut uygulamalar, sistemler ve kurum politikaları gibi birçok kriter yer almaktadır. Her bir yöntemin kendine özgü avantaj ve dezavantajları olmakla birlikte bu özellikler tercih sebebi olarak da yer almaktadır (Zhang vd., 2019).

Kurumsal Uygulama Entegrasyonu, sistem içerisindeki uygulamaları ve yönettikleri veri tabanlarını entegre ederek kurumsal bir değer sağlayacak, bakım ve güncelleme maliyetlerini minimize edecek ve veri çoğaltımını azaltacaktır (Singh ve Caceres, 2004).

Bir işletme için başarının anahtarı, yapılacak yatırımın kuruma sağlayacağı kazancın analiz edilmesine dayalı kapsamlı ve dikkatli bir süreç analiz stratejisidir. Bu strateji ölçüsünde alınan kararlar ve gerçekleştirilecek entegrasyonlar başarıya ulaşabilmektedir. Entegrasyon gerçekleştirilmeden önce kesinlikle iş süreçlerinin kurumsal yapıya tam olarak yerleştirilmesi ve tanımlanması gerekmektedir (Dönmez, 2013). Bu sayede yapılacak entegrasyonlar ile birlikte iş süreçleri iyileşeceği gibi süreçlerde çalışan personellerin de süreçlere ya da operasyonlara hâkimiyeti ve verimliliği artacaktır.

Elektrik dağıtım kurumları tarafından kullanılan CIM, nesnelerin sınıfları ve öznitelikleri yanından ilişkilerini de içermektedir (Singh ve Caceres, 2004). Uygulamada CIM standartlarına uyularak tasarlanan veri tabanları arasında ilişkisel veri tabanı bağlantıları kullanılarak noktadan noktaya entegrasyon gerçekleştirmek ilk akla gelen yöntemdir. Bu entegrasyon yöntemi genellikle hızlı uygulanmakla birlikte iyi bir bağlanma performansına sahiptir. Lakin zamanla veri boyutlarının artması, yeni sistemlerin eklenmesi ve veri tabanlarına yeni alanlar eklenmesi gerekliliği olduğundan bu yöntem işlenmesi, bakımı ve performansı açısından zayıf kalmaktadır. Kısıtlı sistemler arasında veya geçici olarak kullanılmalıdır (Dönmez, 2013). Bu yöntem tercih edilmese dahi kurumsal yapıda entegrasyon gerektirecek her

sistem için CIM standart tasarımına uygun bir veri tabanı oluşturulması gerekmektedir.

EIA mimarisi kullanılarak bilgi sistemleri arasında entegrasyon gerçekleştirilmesi esnekliği, çoklu veri paylaşımı desteği ve kısa sürede hedefe ulaşma özelliği açısından ön plana çıkan mimarilerden biridir. Bu mimaride üçüncü bir yazılım aracılığı ile sistemler bir birlerine bağlanır. Bu yöntemi ticari olarak çeşitlilik gösteren farklı uygulamalar ve sistemlerden oluşan kurumsal bilgi sistemleri yapısı içerisinde gerçekleştirmek güç bir hal almaktadır. Bir diğer dezavantajı ise yukarıda belirtildiği gibi üçüncü bir yazılım ve tercihen kullanıcı grafik ara yüzü gerekmesidir. Ayrıca bu mimarinin gerçekleşmesi için gereken üçüncü bir yazılımı kurum bünyesinde bulunan sistemler için tasarlayacak tasarımcının ve uygulayıcının bulunması da zorluklarından bir tanesidir.

ESB kurumsal bilgi sistemlerinin birbirleri ile iletişimi için verileri kontrol etmek amacıyla bir yönlendirici gibi davranarak bağlantıyı sağlayan bir yazılım mimarisidir. EIA ve SOA mimarileri ilkelerinde yaygın olarak kullanılabilir. Sistemler arasındaki iletişim gerçek bir kod yazmadan fiziksel bir bilgisayar veri yoluna benzer bir yapıda veri ve mesajların iletimi ile mümkün kılınmaktadır. Burada verileri ve mesajları iletilen sistemin anlayacağı formata dönüştürmek gerekmektedir. Kapsamlı ESB geliştiricileri bulmak bu mimari için zorlukların başında gelmektedir. Ayrıca tüm sistemler için ortak bir planlama gerekmektedir.

SOA dağıtık bir ortamda, heterojen sistemlerin entegrasyonu için bir yöntem sunmaktadır (Dönmez, 2013). SOA esnekliği, bakım kolaylığı, güvenilirliği, platform bağımsızlığı, hizmetlerin diğer uygulamalarda kullanılabilirliği ve sistemlerden bağımsızlığı ile öne çıkan bir mimaridir. Üçüncü taraf yazılımları gerekmediğinden çoğu entegrasyon projeleri tarafından tercih sebebidir. EIA'nın aksine genel bir iletişim ve toplu veri aktarımı yerine işlemsel veri aktarımlarını sağlamaktadır. Bu özellikleriyle SOA iş mantığı ve teknolojisi için tercih edilen bir entegrasyon mimarisidir. EIA ve ESB entegrasyonlarını destekleyerek birlikte kullanılabilir. SOA mimarisi ile genel entegrasyon işlevselliğini sağlayan tek bir karmaşık yazılıma gerek duyulmamaktadır (Dönmez, 2013). SOA mimarisi gerek güvenlik gerekte sistemlerden bağımsız tasarımı nedeniyle uzun yanıt sürelerine ve yüksek donanım performanslarına ihtiyaç duyabilmektedir. Bu durum ekstra maliyet

oluşturmaktadır. Dolayısıyla önemli bir ön yatırım gerektirmektedir. Ayrıca tüm sistemlerin entegrasyonu için oluşturulacak işlemsel servisler adı verilen yazılım bileşenleri karmaşık hizmet yönetimine sebebiyet vermektedir.



5. UYGULAMA

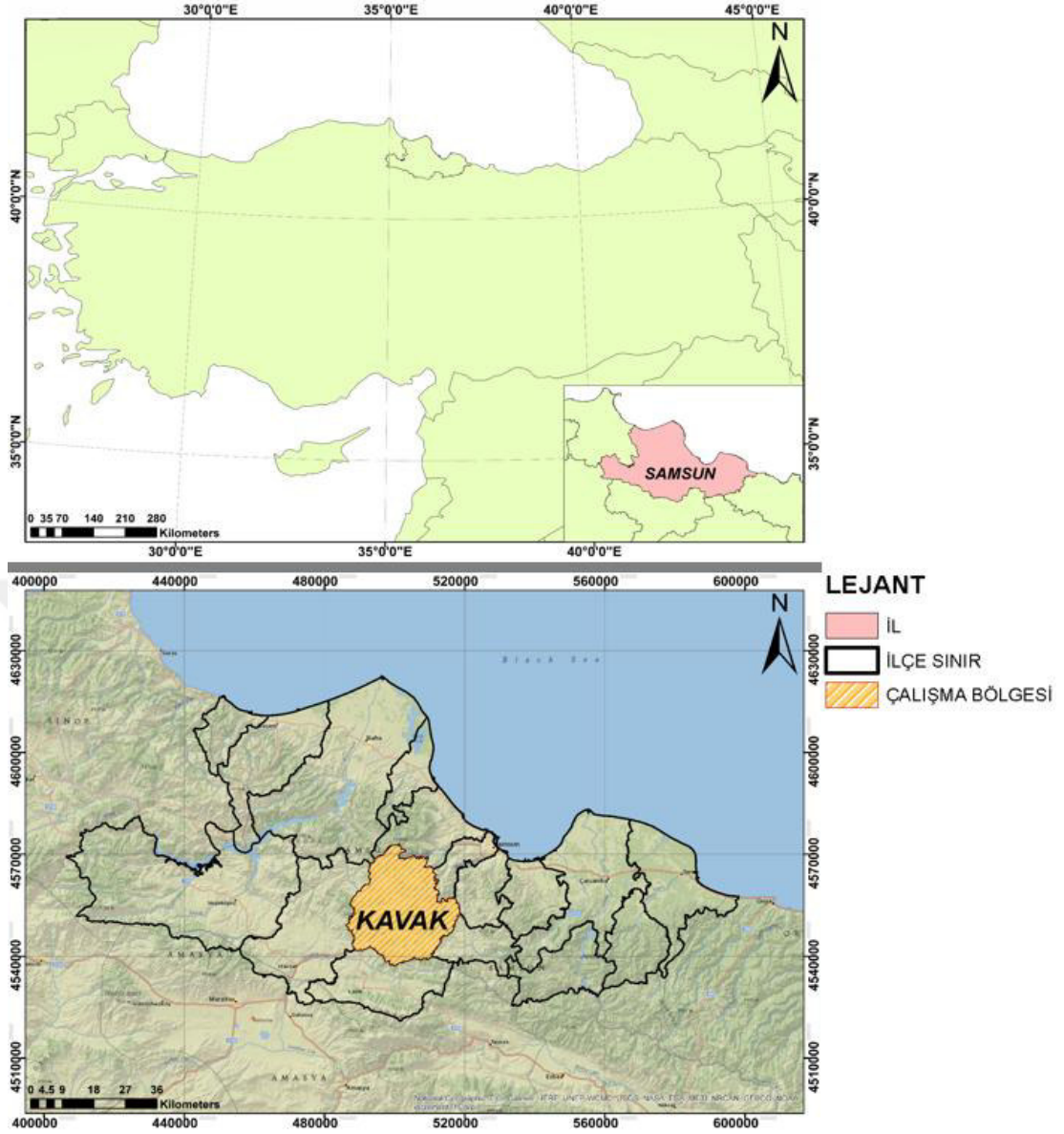
5.1 Materyal ve Metod

Günümüz teknolojisinde, geleceğe yön verecek elektrik dağıtım sistemleri için, CBS ve buna bağlı diğer entegrasyon mimarileri zaruri ölçütlerdir. Gerekli tüm iş süreçleri için uygun fonksiyonelliği sağlayan entegrasyon çözümleri kurumsal sistemler için uygulanmalıdır. Bu bağlamda tez çalışmamızda geniş konumsal analiz yetenekleri ve geliştiriciler için sunduğu kütüphanelerle pratik ve analitik entegrasyon çözümlerinin üretilebildiği ESRI Arcmap 10.4 ve Arccatalog 10.4 ürünleri kullanılmıştır. ESRI ürün ailesi CBS sektörü için dünya genelinde kabul görmüş ve geniş analiz yeteneklerine sahip olması yanında temin edilen lisansla birlikte geliştiriciler için sunduğu Arcpy python kütüphanesi de konumsal analizler için gerekli fonksiyonları barındırmaktadır.

Python dili 2000 yılında ilk kez yayınlamasına rağmen günümüzde birçok eski programlama dillerine nazaran en çok kullanılan diller arasında yer almaktadır. Söz konusu başarının sebebi girintilere dayalı basit sözdizimlerinin kullanılmasıdır. Bu özellik sayesinde kolay öğrenilmesi ve akılda kalıcı olması sağlanmakla birlikte kullanıcılar sözdizimi ayrıntıları ile uğraşmadan hızlı bir şekilde programlamaya giriş sağlayabilmektedir. Python dilinin bir diğer avantajı ise çok büyük standart kütüphanelere sahip olmasıdır. Nesne yönelimli, kaynak kodları yorumlamalı, hızlı, çoğu platformda çalışabilirliği ve geniş açık kaynak kütüphaneleri sebebiyle ilerleyen yıllarda programlama dillerinde en üst sıraya geleceği düşünülmektedir.

Kurumsal bir dağıtım sisteminde CBS entegrasyon çözümleri için Python dili, ESRI ürünleri ve ESRI Arcpy kütüphanesi kullanılması ile hızlı, pratik, fonksiyonel ve düşük maliyetli sonuçlar elde edilebilmektedir.

Gerçekleştirilecek uygulamanın testleri Yeşilirmak Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi (YEDAŞ) CBS verileri üzerinde hazırlanmış ve test edilmiştir. Çalışma bölgesi olarak Samsun İli Kavak İlçe sınırları içerisinde yer alan bölge seçilmiştir (Şekil 5.1). Kavak ilçesi coğrafi olarak farklı yükseklik seviyelerini barındırdığından ve elektrik enerjisi kullanıcı profilleri farklılık (sanayi, turizm, konut vb.) gösterdiğinden çalışma bölgesi olarak tercih edilmiştir.



Şekil 5.1. Çalışma alanı

5.1.1 Kullanılan Veriler ve Veri Yapıları

Uygulama çalışmasında kullanılan veriler Tablo 5.1' de sunulmaktadır. Bu verileri topoloji barındıran bir geometrik ağ oluşturduğundan bütün veriler Coğrafi Veri Tabanı içerisinde bulundurulmaktadır. Analiz sonucu elde edilen konumsal veriler ise Shapefile formatında dışarı aktarılmaktadır. Bu tasarımın başlıca sebebi her bir kesinti analizi için elde edilen sonuç verilerinin depolama alanında fazla yer kaplaması durumuna engel olmaktır. Sonuç olarak analizler için ihtiyaç oluşması halinde ana veri kaynağında bulunan topoloji yapısını içeren geometrik ağ verileri kullanılabilir. Ayrıca genellikle sonuç konumsal veriler tematik harita üretimi

ve basit mekânsal analizler için kullanıldığından topoloji verilerine ihtiyaç duyulmamaktadır.

Uygulama çalışmasında gerçekleştirilen analiz sonucunda elde edilen verilerinden anlamlandırılabilir sonuçlar üretilmesi amacıyla sentetik kesinti verileri kullanılmıştır.

Tablo 5.1. Veri tanımlama tablosu

Katman Adı	Obje Biçimi	Açıklama
Anahtarlama Elemanları	Nokta	Enerjinin durma veya ilerleme noktalar
Bara	Çizgi	Trafo içinde iletimi sağlayan kablolar
Direk	Nokta	Havadan iletimde hatları belirli yükseklikten gitmesini sağlayan objeler
Bina	Alan	Kullanıcıların sayaçlarının buldukları yapılar
Hatlar	Çizgi	İletimi sağlayan kablolar
İmar	Alan	İmar sınırlarını ifade eden alan
İstasyon	Alan	Trafo ekipmanlarını içerisinde bulduran alan
Kablo Ek	Nokta	Yer altı iletiminde kabloların birleştiği nokta
Kaynak	Nokta	Şebekeye enerjinin dağıtım kapsamında verildiği ilk nokta
Kofre	Nokta	Enerjinin binalara ulaştığı nokta
Teknik Birim	Nokta, Alan	Entegrasyon alanı
Transformatör	Nokta	Enerjinin dönüştüğü şebeke elemanı
Geometrik Ağ	Çizgi	Gerekli şebeke elemanlarından oluşan ağ verisi
Geometrik Ağ Dğümleri	Nokta	Geometrik ağ parçalarının başlangıç ve bitişinde oluşan düğümler
Koordinat Sistemi	TUREF / TM36 EPSG:5256	

5.2 Uygulama

Modern elektrik dağıtım sistemlerinin önemli yapı taşlarından olan CBS, konum ve öznitelik bilgilerini içerisinde barındırması sebebiyle birçok süreç içerisinde doğrudan veya entegrasyonlar ile dolaylı yoldan aktif olarak kullanılmaktadır. Konum ve öznitelik verileri haricinde dağıtım sistemleri için en önlere gelen bir diğer özelliği ise topolojiyi kurup koruyarak geometrik ağ hizmetini sunmasıdır.

Tezin uygulamasında SOA entegrasyon mimarilerine uyacak bir kurguda hızlı ve kolay bir şekilde OMS veya DMS tarafından iletilen bir kesinti noktasından etkilenen kullanıcı ve şebeke elemanlarının analizi otomatik olarak sağlanması hedeflenmiştir. SOA entegrasyon mimarisi içerisinde bulunan servis içi uygulaması olarak görebileceğimiz bir yapıda hazırlanacak bu uygulama ile CBS'nin en güç entegrasyonlarından olan geometrik network entegrasyonuna dair hızlı bir metodoloji sunulacaktır.

5.2.1 Kesinti Analizi

Sistem ortalama kesinti frekans endeksi, sistem ortalama kesinti süresi endeksi, limit süreyi geçen kesintiler gibi elektrik dağıtım sisteminin kalitesini ve güvenilirliğini gösteren, aynı zamanda mevzuat gereği takiplerin yapıldığı raporlar genellikle kesintiler üzerinden sağlanmaktadır (Tablo 5.2). Bu durum elektrik dağıtım sisteminde gerçekleşen kesintilerde sürenin, sayının, tarihlerin, etkilenen kullanıcı sayılarının, kullanıcı bilgilerinin gibi birçok bilginin kesinti özelinde bilinmesi zorunluluğunu meydana getirmektedir. Kesinti bilgilerinin bulunduğu OSOS, SCADA veya arıza bilgi sistemi gibi sistemlerin yanına elektriksel topolojinin tutulduğu CBS'nin eklenmesi ve her kullanıcının dosya bilgilerinin bulunduğu abone bilgi sisteminin de dâhil edilmesi ile çoklu bir entegrasyondan bahsedilmektedir. Bütünleşik yapı içerisinde köprü görevi gören CBS'nin rolü çok önemlidir. Kilit bilgileri ve objeler arasında elektriksel topolojiyi barındırdığı için işlemlerin çoğu CBS mahareti ile yapılmaktadır.

Tablo 5.2. Kesinti bilgileri ve kesinti özelinde etkilenen kullanıcıların dağılımı (Anonim, 2012).

KOD NO (1)	KADEME (2)	YERİ (3)			KESİNTİ NEDENİNE İLİŞKİN AÇIKLAMA (4)	KESİNTİNİN SINIFI (5)				BAŞLAMA TARİHİ VE ZAMANI (6)	SONA ERME TARİHİ VE ZAMANI (7)	KESİNTİ SÜRESİ (SAAT) (8)=(7)-(6)	ETKİLENEN KULLANICI SAYISI (9)		TOPLAM ETKİLENME SÜRESİ (10)				
													İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI		İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI
		İL (3A)	İLÇE (3B)	ŞEBEKE UNSURU (3C)		KAYNAĞA GÖRE (5A)	SÜREYE GÖRE (5B)	SEBEBE GÖRE (5C)	BİLDİRİME GÖRE (5D)				OG (9A)	AG (9B)	OG (9C)	AG (9D)	(10A)=(9A)x(8)	(10B)=(9B)x(8)	(10C)=(9C)x(8)

Geliştirilmiş birçok yöntem ile kesinti başına istenen bilgilerin elde edilmesi mümkündür. Bu yöntemler elektrik şebekesi geometrik ağı veya sözel tablolar üzerinde manuel ya da otomatik olarak çalıştırılabilmektedir. Sistem, veri ve kurum

kararları üçgeni içerisinde değerlendirilerek herhangi bir yöntem üzerinde çalışmalar yürütülmektedir. Bütünleşik yapı içerisinde bakıldığında anlık veya belirlenen periyotlarda elektrik şebekesi geometrik ağı üzerinden otomatik olarak çalışan ve kesinti sonucunda elde edilmesi gereken bilgileri yüksek hassasiyetle istenen formatta hazırlayan bir kesinti analiz servisinin oluşturulması en optimum yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır.

Elektrik dağıtım sistemlerinde bulunan anahtarlama elemanlarının pozisyonları (açık/kapalı) gün içerisinde yatırım, arıza veya bakım onarım işlemleri neticesinde değiştirilebilmektedir. Bu nedenle kesinti analizi çalışmalarında güncel anahtarlama pozisyonlarını içeren geometrik ağ verileri kullanılmalıdır. Aynı zamanda oluşturulacak analiz servisinin anlık çalışması, kesinti anına ait mevcut anahtarlama elemanlarının pozisyonlarını içereceğinden güvenilirliği yüksek sonuçlar elde edilebilmek adına tercih sebebidir.

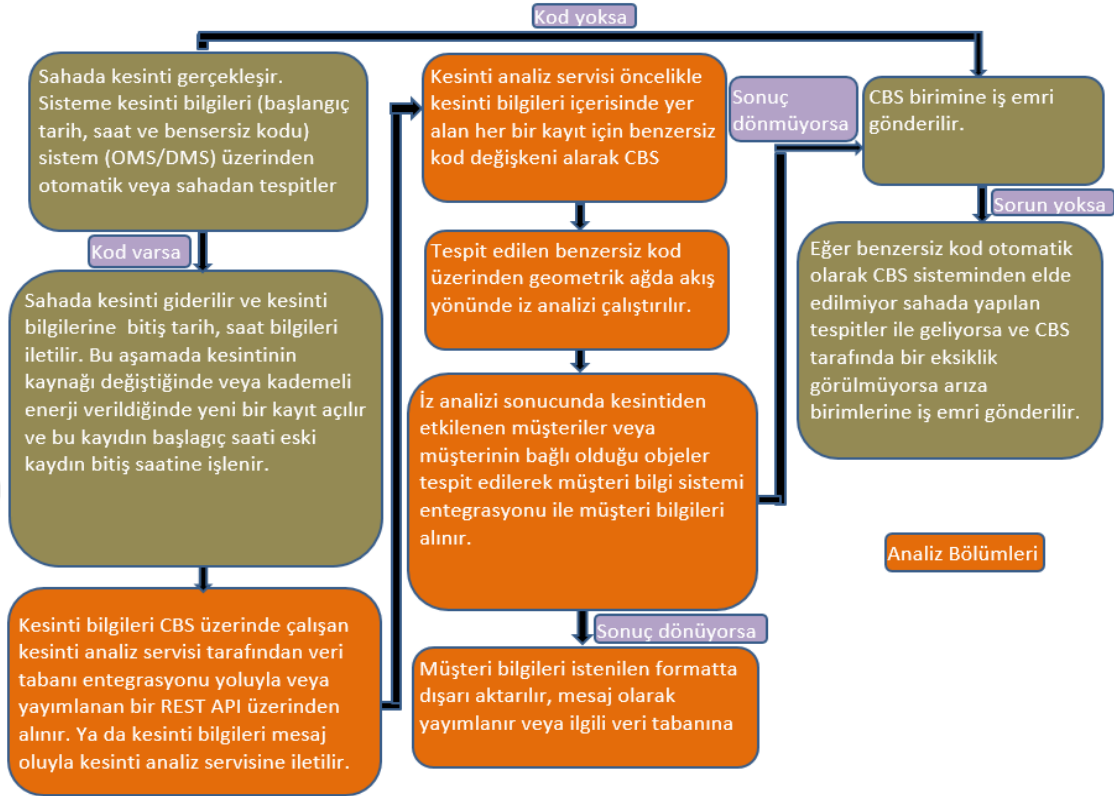
Geniş açıdan bakıldığında elektrik dağıtım hizmeti veren kurumlarda en önemli raporları sunması ile birçok önemli sistemlere hizmet sağlayan bu servisin oluşturulabilmesi kritik öneme sahiptir.

5.2.2 Kesinti Analiz Algoritması

Kesinti analizi için öncelikle kesinti kaynağının lokasyonuna ait bilginin CBS ortamına iletilmesi gerekmektedir. DMS veya OMS gibi sistemlerde lokasyon bilgileri tutulmadığından bu bilgi benzersiz bir değişken aracılığıyla iletilmelidir. Burada çalışmanın bir çok yerinde değindiğimiz farklı sistemlerin veri tabanlarının iletişime geçebileceği entegrasyon alanları devreye girmektedir. Kesinti kaynağının lokasyonunda bulunan şebeke envanterine ait benzersiz kod OMS ve DMS sistemlerine iş süreçleri ile birlikte girilerek CBS ortamına iletilmektedir.

CBS ortamına iletilen kod CBS veri tabanında sorgulanarak bulunduktan sonra geometrik ağ üzerinde akış yönünde izi bulmayı sağlayan analiz çalıştırılır. Kesinti kaynağı noktasından akış yönünde oluşturulan iz ile geometrik olarak kesişen şebeke elemanları tespit edilir. Söz konusu şebeke elemanları raporlama ihtiyaçlarına göre gerek ayrıntılı gerekse özet olarak listelenerek formata uygun sunumu gerçekleştirilir.

Bu hususta bahsedilen iş ve işlemlerin sunumu adına kesinti takip ve raporlama algoritması oluşturulmuş ve Şekil 5.2' de gösterilmiştir.

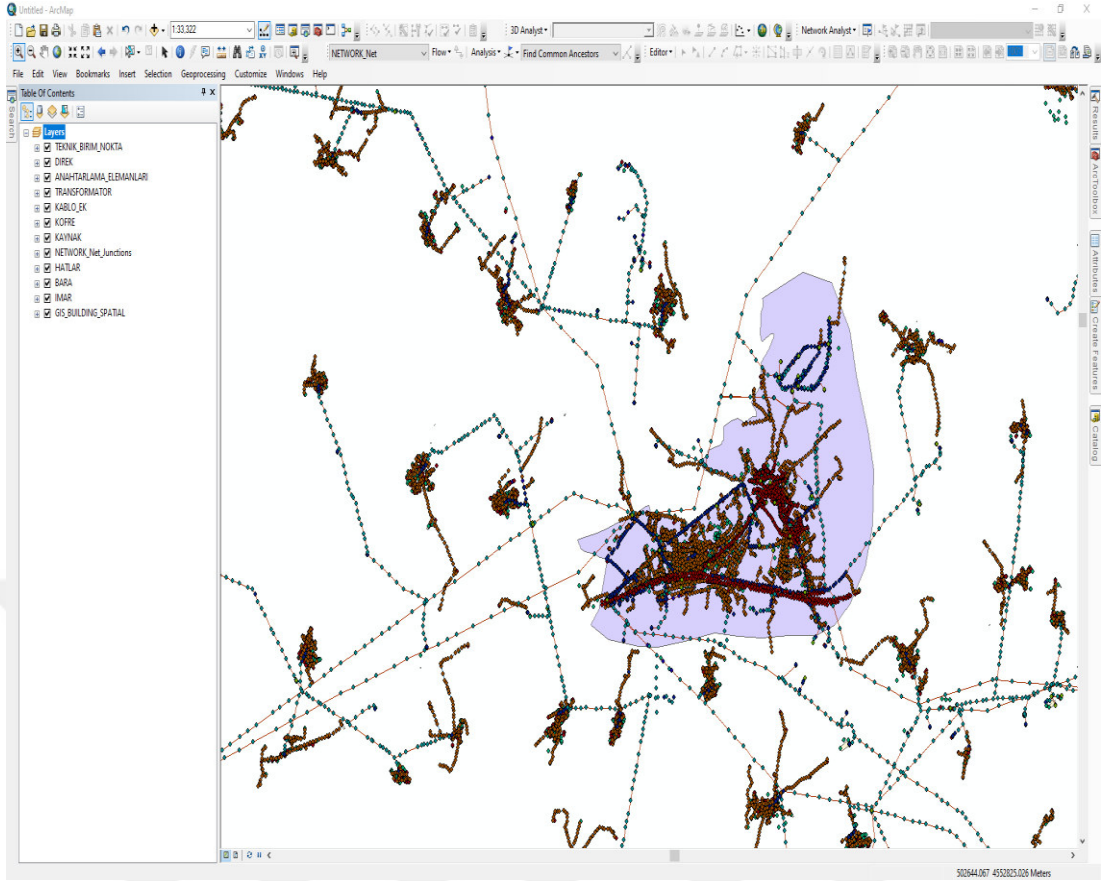


Şekil 5.2. Kesinti takip ve raporlama algoritması (Unverdi ve Sisman, 2020)

5.2.3 Kesinti Analiz Kodlaması

Uygulama aşamasında kullanılacak örnek veri seti Şekil 5.3'de gösterilmektedir. Söz konusu veri seti elektrik dağıtım konusunda bir geometrik ağın oluşmasını sağlayacak ve analizlerde kullanılacak bütün katmanları barındırmaktadır.

Kesinti analiz çalışması kapsamında öncelikle Elektrik Dağıtım Sistemine ait CBS verilerinden 3.1.1.2 bölümünde bahsedildiği koşullar sağlanarak Arccatalog ürünü aracılığıyla geometrik ağ verisi oluşturulmuştur. Geometrik ağa elektrik dağıtımına dair uç noktalar arasında iletişimi sağlayacak ve akışın yönüne etki edecek bütün katmanlar dâhil edilmektedir.



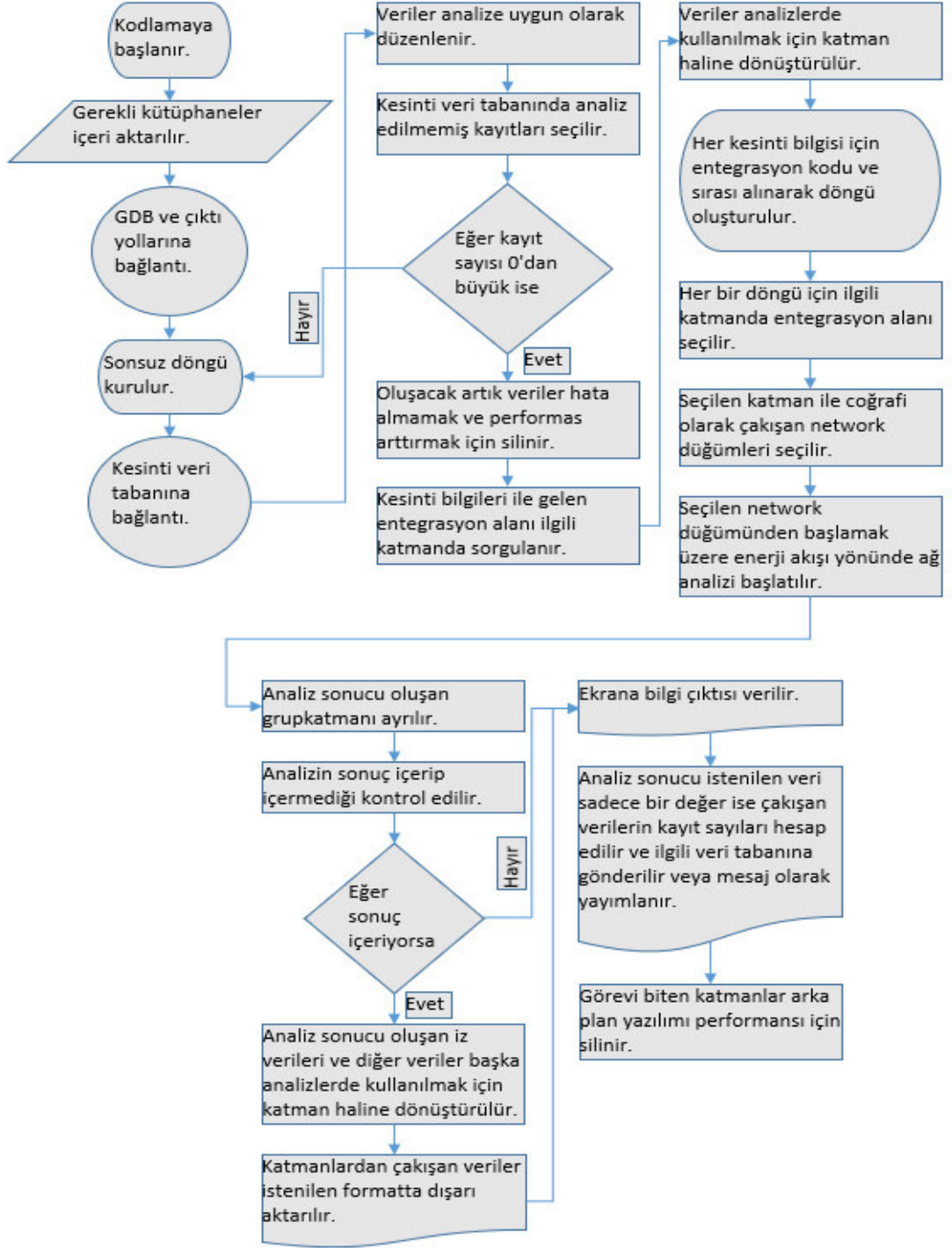
Şekil 5.3. Veri kümesinin haritada gösterimi

Bu çalışmada geliştirilen yazılım için Python programlama dili aracılığıyla Arcpy kütüphanesi içerisinde bulunan fonksiyonlar kullanılmıştır. Bu aşamada ilk olarak kesinti kaynağı veri setinde bulunan her bir kayıt için içerisinde yer alan kodlar CBS ortamında elde edilmiş geometrik ağ veri setinde sorgulanmış ve enerji yönünde iz analizi çalıştırılmıştır. Analiz sonuçları ile Elektrik Dağıtım Şebeke verisi kesişimi tespiti için yine Arcpy kütüphanesi fonksiyonları kullanılarak raporlarda istenilen kesinti başına etkilenen kullanıcı verisi elde edilmiş ve sunulmuştur. İstemciye bağlı olarak devamlı çalışacak bu analizin performans düşüklüklerine sebebiyet vermemesi adına bellekte yer alan atıl veriler silinmiştir.

5.2.4 Kesinti Analiz Kodlaması Çalışması

Tez kapsamında geliştirilen analiz yazılımı için herhangi bir kullanıcı grafik ara yüzü üretilmemiş olup arka plan yazılımı olarak tasarlanmıştır. Bu tasarımın sebebi herhangi bir kullanıcı müdahalesi olmaksızın tamamen otomatik ve kesinti

kaydı ilgili bilgi sistemi veri tabanında oluşturulduğu anda çalışacak bir kurgu içerisinde yer almasıdır. Uygulama için gerçekleştirilen kodlamanın daha iyi anlaşılması için kodlama algoritması Şekil 5.4’de gösterilmiştir. Ayrıca arka planda çalışan kodlar sonucunda python derleyicisi üzerinde görüntülenecek mesajlar Ek 2’de gösterilmiştir.



Şekil 5.4. Kodlama algoritması

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Hazırlana yüksek lisans tez çalışmasında ilk olarak elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları ve altyapıları incelenmiştir. Birçok süreç içerisinde kullanılan CBS, kendi özelliklerinin yanında gerçekleştirdiği entegrasyonlar ile daha fazla fayda sağlamak ve katma değer üretmektedir. Şebeke özelliği taşıyan elektrik dağıtım sistemlerinin mekânsal analizlere duyduğu ihtiyaç CBS kullanılarak giderilebilmekte, aynı zamanda problemlere karşı hızlı ve kolay çözümler bulunmasına yardımcı olabilmektedir. Söz konusu katma değerlerin üretilebilmesi için iyi kurgulanmış ve tasarlanmış bir sistem, ihtiyaçları uzun vadede giderecek bir altyapı ve konusunda uzmanlaşmış personellerin istihdam edilmesi kritik öneme sahiptir. Tasarım aşamasında kurumun mevcut sistem yapısı konusunda bilgi sahibi olunmalı ve bu konuda görüşlere önem verilmelidir. CBS teknolojisini kuruluşlarında kullanmak isteyen kurumlar, bahsedilen kıstasları göz önüne bulundurmalı ve maliyet açısından yük olarak görmemelidir. Aksi halde günümüzde CBS teknolojisi konusunda hayal ettikleri başarıyı elde edemeyen kurumlardan birisi olunabileceği unutulmamalıdır.

İkinci olarak ise entegrasyon mimarileri incelenmiş ve kesinti özelinde gerçekleştirilen bir entegrasyon ile sonuç verilerin otomatik raporlanmasına odaklanılmıştır.

Entegrasyon mimarileri incelemesinde, elektrik dağıtım kurumları gibi sistemlerinde kullanılan platformların farklı olduğu ve tedarik firmalarının değişiklik gösterdiği durumlarda SOA entegrasyon yöntemini tercih etmek hızlı, kolay, geliştirilebilir ve yönetilebilir sonuçların üretilmesine fayda sağlamaktadır. Ayrıca üçüncü taraf yazılımı gerektirmeksizin sistemleri kendi iç kaynaklarında entegre edilebilmesi erişilebilirlik, sürdürülebilirlik, maliyet, performans ve pratiklik açısından oldukça önemlidir. Bu bulgu çerçevesinde SOA kapsamında kurgulanabilecek bir işlemsel entegrasyon yöntemi geliştirilmiştir.

Herhangi bir kesintiden etkilenecek kullanıcıların tespiti, dağıtım noktalarına bağlı bulunan kullanıcıların bulunduğu konumsal olmayan tablolar ile genel olarak mümkün olmaktadır. Fakat bu gibi durumlarda şebekede yapılan ve bağlantı modelini etkileyen değişiklikler anlık olarak görülemeyecektir. Bu durum elde

edilecek raporlamaların sonuçlarının doğruluk ve güvenilirliğinde belirsizliklere neden olacaktır. Ayrıca bahsedilen kurguda verilerin güncellenmesi için daha fazla performans harcanacak olup dolayısıyla iş gücü ve maliyet kayıplarına neden olacaktır.

Bir diğer yöntem ise kesintileri belirlenen periyotlarda CBS ortamında manuel analiz ederek sonuç raporlarını hazırlamaktır. Bu yöntem ise fazlaca iş gücü gerektirdiği gibi değişen bağlantı modeli şartlarında hatalı sonuçların oluşmasına da sebebiyet verebilecektir. Ayrıca aynı yöntem içerisinde otomatik raporlama imkânları mümkün olsa da periyodik analizler her zaman sonuç verilerinin doğruluğu açısından risk faktörü oluşturmaktadır.

Tez kapsamında oluşturulan uygulama ile tamamen otomatik sonuçlar üretilmiş ve CBS ortamında tutulan konumsal veriler ve ilişkilerinin doğrulukları ölçüsünde hassasiyete sahip raporlamalar elde edilmiştir.

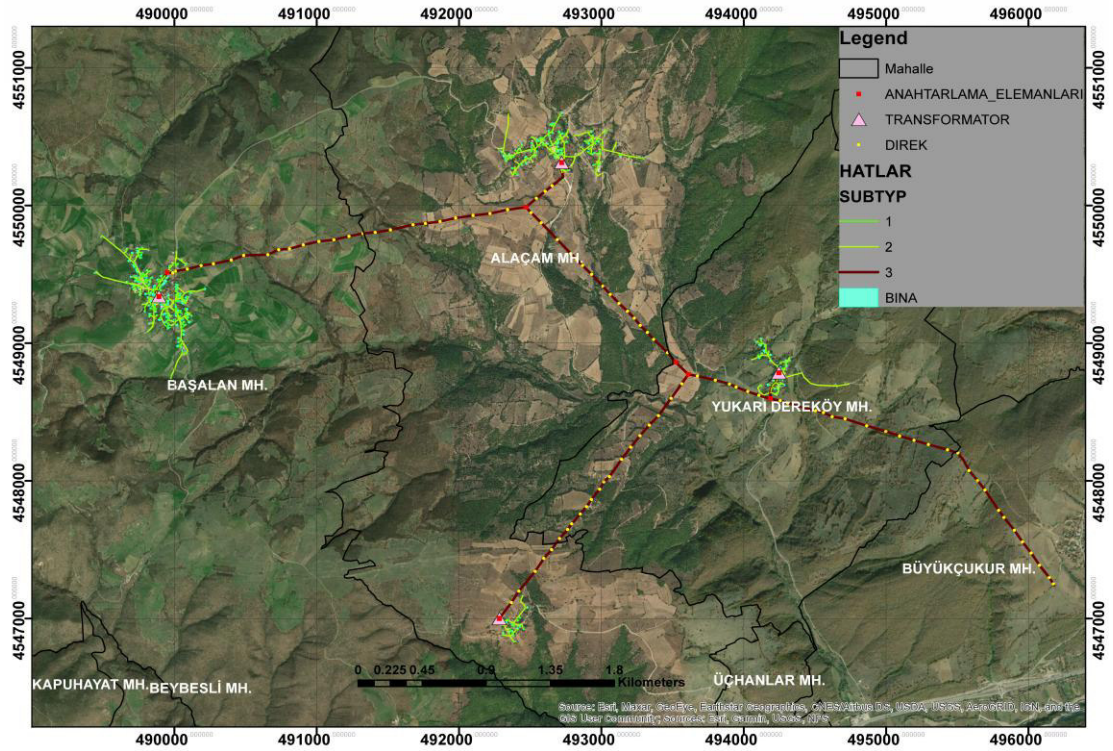
Uygulama kodları ve kod çalışması sonucu elde edilen mesajlar Ekler bölümünde sunulmuştur. Aşağıda yer alan şekillerde ise analiz uygulaması sonucu elde edilen iki adet ürün gösterilmektedir.

Şekil 6.1’de her bir kesintiden etkilenen şebeke elemanlarının CBS veri tabanında bulunan konumsal olan ve olmayan verileri Shapefile formatında, sadece konumsal olmayan öznitelik verileri de Excel formatında dışarı aktarılmıştır. Şekil 6.2 ve Şekil 6.3’de ise analiz sonucu elde edilen verilerin içeriğini yansıtan örnekler gösterilmiştir. Bu veriler kullanılarak gerçekleştirilen analizler ile kesintilere ait raporlamalar haricinde birçok operasyona ait kıymetli bilgi elde edilebilmektedir.

Elde edilen veriler ile kesintinin etkilediği bölgenin kapsamlı analizleri gerçekleştirilebilmektedir. Analiz sonuçları irdelenerek bölgenin şebeke yapısı üzerinde değişikliklere gidilebileceği gibi geniş ölçekten bakılarak bölgeye alternatif dağıtım şebeke tasarımları da yapılabilecektir.

Ad	Değiştirme tarihi	Tür	Boyut
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	Microsoft Excel 97-2003 Çalışma Sayfası	62 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.cpg	26.10.2020 11:28	CPG Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.dbf	26.10.2020 11:28	DBF Dosyası	103 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	PRJ Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.sbn	26.10.2020 11:28	SBN Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.sbx	26.10.2020 11:28	SBX Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	SHP Dosyası	2 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	XML Belgesi	141 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shx	26.10.2020 11:28	SHX Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	Microsoft Excel 97-2003 Çalışma Sayfası	34 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.cpg	26.10.2020 11:28	CPG Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.dbf	26.10.2020 11:28	DBF Dosyası	49 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	PRJ Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.sbn	26.10.2020 11:28	SBN Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.sbx	26.10.2020 11:28	SBX Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	SHP Dosyası	1 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	XML Belgesi	141 KB
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shx	26.10.2020 11:28	SHX Dosyası	1 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	Microsoft Excel 97-2003 Çalışma Sayfası	106 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.cpg	26.10.2020 11:28	CPG Dosyası	1 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.dbf	26.10.2020 11:28	DBF Dosyası	125 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	PRJ Dosyası	1 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.sbn	26.10.2020 11:28	SBN Dosyası	4 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.sbx	26.10.2020 11:28	SBX Dosyası	1 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	SHP Dosyası	45 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	XML Belgesi	44 KB
BINA_OFS00365842_26.10.20_11.27.41.shx	26.10.2020 11:28	SHX Dosyası	3 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	Microsoft Excel 97-2003 Çalışma Sayfası	122 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.cpg	26.10.2020 11:28	CPG Dosyası	1 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.dbf	26.10.2020 11:28	DBF Dosyası	145 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41	26.10.2020 11:28	PRJ Dosyası	1 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.sbn	26.10.2020 11:28	SBN Dosyası	4 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.sbx	26.10.2020 11:28	SBX Dosyası	1 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	SHP Dosyası	52 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shp	26.10.2020 11:28	XML Belgesi	44 KB
BINA_OFS00367038_26.10.20_11.27.41.shx	26.10.2020 11:28	SHX Dosyası	3 KB

Şekil 6.1. Kesinti analiz sonuç listeleri



Şekil 6.2. Kesinti analiz sonuç grafik örneği

	A	D	G	M	S	T	AC	AP	AQ
OBJECT ID	TİP	CİNSİ	MÜLKİYET	X KOORDİNATI	Y KOORDİNATI	BOY	VARLIK NO	ÖZELLİK	ALTTİP
2	28	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3997321.49	5025451.07	9	DR55132795	AG Direk
3	29	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3997331.63	5025500.87	9	DR55132794	AG Direk
4	30	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3997342.45	5025569.40	9	DR55132793	AG Direk
5	207	BOYALI KAYNAKLI K	DEMİR	KURUM	3994016.63	5024053.10	K1	DR55127589	AG Direk
6	208	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3993882.53	5024063.08	9	DR55127597	AG Direk
7	209	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3993589.35	5024168.55	9	DR55127602	AG Direk
8	304	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3993963.05	5024439.70	9	DR55127623	AG Direk
9	305	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3993807.67	5024420.65	9	DR55127629	AG Direk
10	306	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3993689.77	5024477.63	9	DR55127633	AG Direk
11	307	BOYALI KAYNAKLI A	DEMİR	KURUM	3994256.23	5024313.89	8U	DR55127640	AG Direk
12	308	BOYALI KAYNAKLI A	DEMİR	KURUM	3994105.39	5023928.58	8I	DR55126437	AG Direk
13	309	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3994089.52	5023908.97	9	DR55126438	AG Direk
14	310	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3994064.11	5023739.69	9	DR55126445	AG Direk
15	412	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	4001976.81	5021856.79	12	DR55023695	ENH Direk
16	420	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3996725.94	5024709.61	12	DR55058498	ENH Direk
17	429	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3999624.56	5023379.68	9	DR55132696	AG Direk
18	430	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3999868.82	5023048.00	9	DR55132683	AG Direk
19	431	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3999835.20	5023102.44	9	DR55132679	AG Direk
20	437	TEK AĞAÇ	AĞAÇ	KURUM	3997300.61	5020851.06	9	DR55132729	AG Direk
21	438	BOYALI KAYNAKLI A	DEMİR	KURUM	3997343.93	5020716.05	8I	DR55132721	AG Direk

Şekil 6.3. Kesinti analiz sonuç öznetelik örneği

Şekil 6.4'de ise kesinti bilgilerini içeren veri tabanında bulunan Tablo 5.1 raporuna ilişkin boş alanlar analizle birlikte hesap edilerek aynı veri tabanına yazılmıştır. Bu uygulama sayesinde Tablo 5.1 gibi önemli bir rapor anlık olarak üretilmekte ve raporlama formatına uygun olarak sunulmaktadır.

KOD NO (1) KADEME(2)	YERİ (3)			KESİNTİ NEDENİNE İLİŞKİN AÇIKLAMA (4)	KESİNTİNİN SINIFI (5)				BAŞLAMA TARİHİ VE ZAMANI (6)	SONA ERME TARİHİ VE ZAMANI (7)	KESİNTİ SÜRESİ (SAAT) (8)=(7)-(6)	ETKİLENEN KULLANICI SAYISI (9)				TOPLAM ETKİLENME SÜRESİ (10)			
	İL (3A)	İLÇE (3B)	ŞEBEKE UNSURU (3C)		KAYNAĞA GÖRE (5A)	SÜREYE GÖRE (5B)	SEBEBE GÖRE (5C)	BİLDİRİME GÖRE (5D)				İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI		İMAR ALANI İÇİ		İMAR ALANI DIŞI	
												OG (9A)	AG (9B)	OG (9C)	AG (9D)	(10A)=(9A)x(8)	(10B)=(9B)x(8)	(10C)=(9C)x(8)	(10D)=(9D)x(8)
1	SAMSUN	KAVAK	OFS00365842	-	-	-	-	-	4.06.2020 12:00	4.06.2020 16:00	4	0	0	0	305	0	0	0	1220
2	SAMSUN	KAVAK	OFS00367038	-	-	-	-	-	4.06.2020 08:45	4.06.2020 09:45	1	0	0	0	353	0	0	0	353

Gelen Kesinti Bilgileri
 Analiz Sonucu Elde Edilen Veriler

Şekil 6.4. Kesinti analiz sonuç veri tabanı

Uygulama kapsamında yapılan kodlamalar 5.2.2 bölümünde bahsedildiği üzere sadece algoritmanın analiz bölümü için geliştirilmiştir. Kesinti kaynağı veri setinin REST (Representational State Transfer) API olarak web ortamında yayımlandığı bir sistemde python açık kaynak requests vb. kütüphaneler kullanılarak veriler alınabilmektedir. Yapılan analizler flask, dash vb. kütüphaneler kullanılarak uygun donanımlarda ve yetkilerde bir web servis olarak çalıştırılabildiği gibi sonuç raporlar ya da mesajlar REST API olarak web ortamında da yayımlanabilmektedir.

Bu bağlamda ilgili kodlama hızlı bir şekilde değiştirilerek birden fazla işlemde kullanılabilen SOA mimarisi içerisinde bir web servis olarak oluşturulabilmekte ve gerekli diğer bütün iş süreçleri için bu çalışmaya benzer tek veya çift yönlü, pratik ve analitik entegrasyon çözümleri üretilebilmektedir.

Bu yöntemde python dili aracılığıyla arcpy kütüphanesi aktif olarak kullanılmıştır. Python dili, öğrenilmesi ve kullanılması kolay, kütüphane ağı geniş ve erişilebilir kaynak sayısının fazla olması gibi özellikleri sayesinde tasarımın hızlı ve kolay bir şekilde uygulamaya aktarılmasına imkân sağlamıştır. Çok fazla mekânsal analizleri tek bir çatı altında bulunduran Arcpy kütüphanesi, analizlerin hızlı ve kolay yapılmasına neden olmuş olup fonksiyonlar arası geçişlerde de veri formatları adına sorun yaşanmamıştır. Arcpy kütüphanesi kullanılarak python dilinde mekânsal analizlere dayalı birçok servisin geliştirilebileceği görülmüştür. Söz konusu kütüphanenin kullanımında ki dezavantaj ise kurulumu için lisanslamanın gerekli olmasıdır. Sonuç olarak gerçekleştirilen entegrasyon ile esnek, geliştirilebilir ve hızlı tamamlanan bir yapı oluşturulmuştur.

7. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında elektrik dağıtım sistemlerinde CBS uygulamaları, entegrasyon mimarileri ve entegrasyona dayalı kesinti analizi üzerine çalışılmıştır. Kurumsal bir CBS için gerekli altyapı kurgusu ile mantık algoritmasının kritik öneme sahip olduğundan bahsedilmiştir. Yine oluşturulacak altyapılarda nelere dikkat edilmesi gerektiğine ve yanlış uygulamalara değinilmiştir.

Günümüzde pek çok uygulamada olduğu gibi elektrik dağıtım sistemlerinin yönetiminde en etkili aktörlerden biri olan CBS'nin hangi operasyonlarda etkili olduğundan ve genel itibariyle elektrik dağıtım hizmeti veren kurumlarda karşılaşılan CBS uygulamalarından bahsedilmiştir.

Elektrik dağıtım sistemlerinin etkili yönetilmesi, raporlanması ve analiz edilebilmesi için dağıtım şebekesinin hizmet bölgesine yerleşimi ve özneteliklerini gösteren bir bilgi sistemine ihtiyaç duyulmaktadır. Coğrafi Bilgi Sistemleri tam olarak bu özellikleriyle elektrik dağıtım sistemlerine başarı ile uygulanmakta ve güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır. Birçok sisteme entegrasyonlar ile altlık verisi sağladığı gibi sorgulama ve analiz yetenekleri sayesinde çok önemli raporlamalara da olanak sağlamaktadır. Yine kurum tarafından çok uzun sürelerde yapılacak işlemleri kısaltarak operasyonlara ekstra zaman sağlamak ve çözülmesi güç olan problemleri üstün analiz yetenekleri ile kolaylıkla çözebilmektedir.

Dünya genelinde birçok sektörde kullanılan CBS, elektrik dağıtım sektöründe de uygulanmakta ve başarılı sonuçlar elde edilerek sürdürülebilir bir bilgi sistemi olarak varlığını devam ettirmektedir.

Tez çalışması kapsamında geliştirilen uygulama yazılımı ile CBS ortamında bulunan şebeke ağında yapılan değişikliklerden anlık olarak etkilenen, kullanıcıların ve şebeke elemanlarının elektriksel adresini güncel tutan bir yöntem elde edilmiştir.

Söz konusu yöntem üzerinden herhangi bir kesintiden etkilenecek kullanıcıların ve şebeke elemanlarının anlık, doğru ve güvenilir olarak raporlanmasına dair kesinti yönetim sistemleri ve CBS entegrasyonu algoritması üretilmiştir.

Algoritma içerisinde yer alan ve en önemli aşaması olarak görülen analiz bölümü SOA mimarisi altında değerlendirilebilecek bir yapıda python dilinde

hazırlanmıştır. Bu entegrasyon yazılımı ile gerçekleşen her kesinti için anlık olarak CBS ortamında bulunan şebeke bağlantı modeli kullanılarak analizler gerçekleştirilmiş ve kesintiden etkilenen kullanıcıların ve şebeke elemanlarının otomatik, hızlı ve güvenilir olarak raporlamaları sağlanmıştır.

Entegrasyon yazılımı ile kesinti analizi sonuçlarına ihtiyaç duyan diğer sistemlere de sonuç verileri iletilebilecektir. Bu pencereden bakıldığında farklı kurgular için CBS ile entegrasyon pratik bir şekilde gerçekleştirilebilecektir.

Gerçek kesinti verilerinin depolandığı ve tezin uygulama kısmında yer alan yöntem kapsamında analizlerin gerçekleştiği bir ortamda sonuç veriler üzerinden zamansal analizler gerçekleştirilerek başta meteorolojik etkiler olmak üzere çok farklı etmenlerden dolayı oluşan kesintilerin analizleri veya yapılan yatırımların bölgesel olarak etkileri gözlemlenebilecektir.

KAYNAKÇA

- Abdulcebar, A. (2019). Elektrik Dağıtım Şirketlerinde Kayıp ve Kaçağın İncelenmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Elektrik-Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı, İstanbul
- Adejoh, I. Y., Ajileye, O. O., Alaga, A. T., Samuel, S. A. ve Onuh, S. O. (2015). Application of GIS in Electrical Distribution Network System. European International Journal of Science and Technology, 4(8), 83-95.
- Anonim, 2007. Elektrik Dağıtım Şebekesinin Numaralama İşleri Teknik Şartnamesi. <https://docplayer.biz.tr/18015185-Elektrik-dagitim-sebekesinin-numaralama-isleri-teknik-sartnamesi.html> (Erişim tarihi: 12.02.2021)
- Anonim, 2012. Elektrik Dağıtım ve Perakende Satışına İlişkin Hizmet Kalitesi Yönetmeliği. <https://www.mevzuat.gov.tr/Metin.Aspx?MevzuatKod=7.5.16869&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch%20%20=Elektrik%20Da%20C4%9F%20C4%B1t%20C4%B1m> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Anonim, 2015. Türkiye Elektrik Enerjisini 5 Yıllık Üretim Kapasite Projeksiyonu, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=a80GEU5KGVg=> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Anonim, 2017. Elektrik Piyasasında Dağıtım Lisansı Sahiplerinin Bilişim Sistemlerine Kurumun Uzaktan Erişiminin Sağlanmasına İlişkin Usul ve Esasları. <https://www.epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-0-41-3/usul-ve-esaslar> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Anonim, 2018. Elektrik Dağıtım Şirketleri Tarafından Kurulan Coğrafi Bilgi Sistemlerinin İyileştirilmesine ve Standartlaştırılmasına Yönelik Usul ve Esaslar. <https://epdk.gov.tr/Detay/Icerik/3-14860/elektrik-dagitim-sirketleri-tarafindan-kurulan-co#> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Anonim, 2020a. Enerji Sistemleri Ders Notu. <http://ee.tek.firat.edu.tr/sites/ee.tek.firat.edu.tr/files/enerji%20sistemleri%20ders%20notu.pdf> (Erişim tarihi: 21.03.2020)
- Anonim, 2020b. What are geometric networks?, <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geometric-networks/what-are-geometric-networks-.htm> (Erişim tarihi: 21.03.2020)
- Anonim, 2020c. Coğrafi Bilgi Sistemleri, <http://www.emigrup.com/cbs/> (Erişim tarihi: 21.03.2020)
- Anonim, 2020d. How to create geometric networks within a geodatabase, http://help.arcgis.com/en/sdk/10.0/java_ao_adf/conceptualhelp/engine/index.html#/00010000044q000000 (Erişim tarihi: 10.08.2020)
- Anonim, 2020e. Essential geometric networks vocabulary, <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/manage-data/geometric-networks/essential-geometric-networks-vocabulary.htm> (Erişim tarihi: 10.08.2020)

- Anonim, 2020f. Elektrik Piyasası Resmi İstatistikleri Listesi, <https://www.epdk.gov.tr/Detay/DownloadDocument?id=1w9qjN9wgEM=> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Anonim, 2020g. Türkiye Brüt Elektrik Enerjisi Üretim-İthalat-İhracat ve Talebinin Yıllar İtibariyle Gelişimi (1996-2019), <https://webapi.teias.gov.tr/file/023f7db6-f276-4259-a292-d4940f894327?download> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Beyhan, H., Yalçın, M. Ve Kocamaz, A. F. (2019, September). Matching Voltage Drop And Power Losses With GIS In Middle Voltage Electric Distribution Network In Diyarbakır. In 2019 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP) (pp. 1-6). IEEE.
- Bosisio, A., Berizzi, A., Bovo, C., Amaldi, E., & Fratti, S. (2018, October). GIS-based urban distribution networks planning with 2-step ladder topology considering electric power cable joints. In 2018 AEIT International Annual Conference (pp. 1-6). IEEE.
- Cao, Y., Weigang, Z., & Fayi, W. (2010, December). Study on power distribution network topology model based on GUID. In The 2nd International Conference on Information Science and Engineering (pp. 4070-4073). IEEE.
- Chakravarty, P., & Wickramasekara, M. G. (2014, March). A better GIS leads to a better DMS. In 2014 Clemson University Power Systems Conference (pp. 1-5). IEEE.
- Cico, Z., Salihbegovic, A., Gegić, O., & Heljić, J. (2015, October). Implementation of enterprise GIS in power distribution utilities. In 2015 XXV International Conference on Information, Communication and Automation Technologies (ICAT) (pp. 1-6). IEEE.
- Cochenour, G., Ochoa, R., & Rajsekar, V. (2014, April). Distribution network model readiness for advanced distribution management systems. In 2014 IEEE PES T&D Conference and Exposition (pp. 1-5). IEEE.
- Das, C. K., Bass, O., Kothapalli, G., Mahmoud, T. S., and Habibi, D. (2018). Overview of energy storage systems in distribution networks: Placement, sizing, operation, and power quality, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 91, pp. 1205–1230.
- Datta, A., & Mohanty, P. (2013, February). Enterprise GIS and Smart Electric Grid for India's power sector. In 2013 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference (ISGT) (pp. 1-7). IEEE.
- Derakhshan, G., Milani, K. R., Etemadi, A., Shayanfar, H., & Sarafraz, U. (2013). Management and Operation of Electricity Distribution Networks on Geographic information system platform. In 2013 22nd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIRED 2013), Stockholm, 2013, pp. 1-4.
- Dönmez, I. M. (2013). Akıllı Şebekeler ve Entegrasyon (Smart Grids and Integration).
- Duan, Y., Wang, C., & Zhou, W. (2011, July). Topology modeling of distribution network based on open-source GIS. In 2011 4th International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (DRPT) (pp. 527-530). IEEE.

- Emiroğlu C., Tanrıöven K. ve Akbulut F. (2007). Elektrik Dağıtım Şirketlerinde GIS Uygulamaları. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 30 Ekim –02 Kasım, KTÜ, Trabzon.
- Ercan T. ve Komesli M. (2008). Kent Bilgi Sistemlerindeki Veritabanı Farklılıklarının İyileştirilmesi. *Journal of Yasar University*, 3(9), 1081-1092
- Fang, J., Tang, W., & Hao, H. (2014, September). Study on drawing and modeling of Distribution Automation System based on GIS. In 2014 China International Conference on Electricity Distribution (CICED) (pp. 1159-1162). IEEE.
- Guan, L., Wang, H. H., & Qiu, S. M. (2012). A Practical GIS-Based Reliability Estimation System for Large Scale Distribution Network. In *Advanced Materials Research* (Vol. 433, pp. 1802-1810). Trans Tech Publications Ltd.
- Gürleyen, S. B. (2020). Coğrafi Bilgi Sistemleri. <https://slideplayer.biz.tr/slide/11560173/> (Erişim tarihi: 08.12.2020)
- Güven, N., Ozay, N., & Tunah, E. (1996, May). GIS based outage analysis system for electric distribution networks. In *Proceedings of 8th Mediterranean Electrotechnical Conference on Industrial Applications in Power Systems, Computer Science and Telecommunications (MELECON 96)* (Vol. 2, pp. 761-764). IEEE.
- Hassan, H. T., & Akhtar, M. F. (2012). Mapping of Power Distribution Network using Geographical Information System (GIS). *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2(6), 343-347.
- Igbokwe, J. I., & Emengini, E. J. (2005). GIS in Management of Electricity Distribution Network: A case study of Onitsha-North LGA, Anambra state, Nigeria. Department of Surveying and Geoinformatics, Faculty of Environmental Sciences, Nnamdi Azikiwe University, Awka, Anambra State, Nigeria.[Online] Available: gisdevelopment.net/Application/utility/power/utilityp0022.htm.
- Küçükpehlivan T. (2014). Altyapı Bilgi Sistemleri ve CBS Entegrasyonları. 2. Uluslararası İstanbul Akıllı Şebekeler Kongre ve Fuarı, 08-09 Mayıs, 197-200.
- Latisko, G., Bhati, D., & Landenberger, V. (2014, February). Application of IEC61970 and IEC61968 at KCP&L smart grid demonstration project. In *ISGT 2014* (pp. 1-5). IEEE.
- Li, W., Chen, H., & Xiang, B. (2012, August). The study for GIS-based distribution network monitoring and control area fault location methods. In 2012 International Conference on Computer Science and Service System (pp. 1758-1761). IEEE.
- Li, X., Feng, X., Zeng, Z., Xu, X., & Zhang, Y. (2008, April). Distribution feeder one-line diagrams automatic generation from geographic diagrams based on GIS. In 2008 Third International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies (pp. 2228-2232). IEEE.
- Mathankumar, S. ve Loganathan, P. (2015). GIS Based Electrical System Planning and Network Analysis. *World Engineering & Applied Sciences Journal*, 6(4), 215-225

- Minango, T., Phiri, J. ve Banda, F. S. (2019). GIS Management Tool for Managing of Underground Electrical and Telecommunication Networks at the University of Zambia. Proceedings of The International Conference in ICT (ICICT2019) - LUSAKA, 20-21 Kasım, 122-126
- Navarro-Espinosa, A., Ochoa, L., Shaw, R., & Randles, D. (2015). Reconstruction of low voltage distribution networks: From gis data to power flow models. In 23rd International Conference on Electricity Distribution (No. 1273).
- Pathak, S. (2016, December). Leveraging GIS mapping and smart metering for improved OMS and SAIDI for smart city. In 2016 Saudi Arabia Smart Grid (SASG) (pp. 1-5). IEEE.
- Rao, M. K., Varma, B. S., & Radhakrishna, C. (2008, July). Experiences on implementation of GIS based tools for analysis, planning and design of distribution systems. In 2008 IEEE Power and Energy Society General Meeting-Conversion and Delivery of Electrical Energy in the 21st Century (pp. 1-8). IEEE.
- Roduner, C., Karagiannopoulos, S., Taxeidis, E., & Hug, G. (2017). Reliability and cost assessment methodology of medium-voltage feeders. CIREN-Open Access Proceedings Journal, 2017(1), 2516-2519.
- Sekhar, A. N., Rajan, K. S., & Jain, A. (2008, November). Spatial informatics and geographical information systems: Tools to transform electric power and energy systems. In TENCON 2008-2008 IEEE Region 10 Conference (pp. 1-5). IEEE.
- Singh, U., & Caceres, D. (2004, November). An integrated approach for implementing a distribution automation system. In 2004 IEEE/PES Transmission and Distribution Conference and Exposition: Latin America (IEEE Cat. No. 04EX956) (pp. 332-337). IEEE.
- Taha, A. E. (2013). Integrated GIS and SCADA system model for alexandria electricity distribution company. In 2013 22nd International Conference and Exhibition on Electricity Distribution (CIREN 2013), Stockholm, pp. 1-4.
- Taştan, H. (1998). Coğrafi Veri Kalitesi. Harita Dergisi. 120. 1-9.
- Taylor, T., & Kazemzadeh, H. (2009). Integrated SCADA/DMS/OMS: Increasing distribution operations efficiency. Electric Energy T&D Magazine, 1(1), 31-34.
- Tecim, V. (2008). Coğrafi bilgi sistemleri: Harita tabanlı bilgi yönetimi. Ankara: Renk Form Ofset Matbaacılık Ltd.Şti.
- Trussell, L. V. (2001, June). GIS based distribution simulation and analysis. In 16th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution, 2001. Part 1: Contributions. CIREN.(IEE Conf. Publ No. 482) (Vol. 5, pp. 5-pp). IET.
- TUCBS.AD Adres Veri Teması (2012). Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇŞB).
- Unverdi A., Sisman A. (2020, November). Developing an Algorithm on the Reporting Of Outages in the Electricity Distribution System with GIS Integration. Intercontinental Geoinformation Days (IGD), 219-222, Mersin University, Mersin

- Velioğlu, A. (2005). Planning of electricity distribution systems based on geographical information systems(GIS). Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep Üniversitesi Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gaziantep
- Xu, T., & Zhou, Y. (2012, March). Topology analysis of rural power distribution network based on spatial database. In 2012 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (pp. 1-4). IEEE.
- Yıldırım E. (2020). Elektrik Dağıtım Şebeke Bağlantı Modelinin Coğrafi Bilgi Sistemi İle Oluşturulması. http://www.emo.org.tr/ekler/51f168282907ed8_ek.pdf (Erişim tarihi: 15.03.2020)
- Yingli, C., Tongyu, X., Yuncheng, Z., Wei, Z., & Zailin, P. (2009). Power Distribution Reliability Management by Objective Based on GIS Platform. In 2009 First International Conference on Information Science and Engineering.
- Yomraliođlu, T. 2000. Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar. Karadeniz Teknik Üniversitesi Yayınları. 500s, Trabzon.
- Zhang K., Zhang S., Huang B. and Ma X. (2019). Research on Integration Technology Between Distribution Automation System and Geographical Information System. In 2009 Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (pp. 1-4). IEEE.
- Zhou, Y., Zheng, W., Xu, T., & Fu, L. (2010, December). Study on design and maintenance methods of cim-based spatial database for distribution network. In The 2nd International Conference on Information Science and Engineering (pp. 4062-4066). IEEE.

EKLER

Ek 1. Kesinti Analiz Kodları

```
# -*- coding: utf-8 -*-  
# -----  
# Kesinti Analizi.06.py  
# Created on: 2020-09-27 10:50  
# Description:  
# KESİNTİ ANALİZİ DATABASE TABANLI İŞLEMSEL ENTEGRASYON  
  
# Gerekli modüller yükleniyor.  
import arceditor  
import arcpy  
import pandas as pd  
import openpyxl  
  
# Veri ve dosya klasörleri tanımlanıyor.  
print("\nParametreler Tanımlanıyor...")  
NETWORK = "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK"  
NETWORK_Net =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\NETWORK_Net"  
NETWORK_Net_Junctions =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\NETWORK_Net_Junctions"  
TEKNIK_BIRIM_NOKTA =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\TEKNIK_BIRIM_NOKTA"  
TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKESINTIRAPORU\\TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Sel  
ect1_GIS_ID.shp"  
ORNEKESINTIRAPORU = "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKESINTIRAPORU"  
ARAIŞLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAIŞLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMA  
NLARI"  
ARAIŞLEMLER_TRANSFORMATOR =  
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAIŞLEMLER_TRANSFORMATOR"
```

```
ARASLEMLER_HATLAR =
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARASLEMLER_HATLAR"
ARASLEMLER_KOFRE="D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARASLEMLER_K
OFRE"
ARASLEMLER_BARA="D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARASLEMLER_B
ARA"
BARA_TRACE = "BARA_TRACE"
ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE = "ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE"
TRANSFORMATOR_TRACE = "TRANSFORMATOR_TRACE"
DIREK = "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\DIREK"
HATLAR_TRACE = "HATLAR_TRACE"
KOFRE_TRACE = "KOFRE_TRACE"
ISTASYON = "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\ISTASYON"
TEKNIK_BIRIM_ALAN =
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\TEKNIK_BIRIM_ALAN"
TEKNIK_BIRIM_NOKTA =
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\TEKNIK_BIRIM_NOKTA"
GIS_BUILDING_SPATIAL =
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\GIS_BUILDING_SPATIAL"
IMAR = "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\NETWORK\\IMAR"
GIREN="D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\PYTHON KESİNTİ\\tablo1.xlsx"
```

```
# Sürekli çalışacak sonsuz bir döngü kuruluyor.
```

```
while True :
```

```
    print("\n\nKesinti Analizi Basliyor...")
```

```
    import time
```

```
    tarih = time.strftime("%d %m %y")
```

```
    saat = time.strftime("%H:%M:%S")
```

```
    tarih1 = time.strftime("%d.%m.%y")
```

```
    saat1 = time.strftime("%H.%M.%S")
```

```
    tarih2 = time.strftime("%d_%m_%y")
```

```
    saat2 = time.strftime("%H_%M_%S")
```

```

print("\nTarih: {} Saat: {}".format(tarih, saat))

# Kesinti bilgileri excelde tuttuğumuz örnek database den alınıyor ve analize uygun olarak
düzenleniyor.
ARZ = pd.read_excel(GIREN, sheet_name='Sayfa1')
ARZD = ARZ.drop([0,1,2,3])
# Analiz edilmemiş kayıtları seçiliyor.
ARZD = ARZD[ARZD["Unnamed: 14"].isnull()]
ARZDS = ARZD["KOD NO (1)"].count()
if ARZDS==0 :
    print("\nAnaliz yapılacak kesinti bulunamadi")
else:
    print("\nAnaliz yapılacak {} adet kayıt bulundu".format(ARZDS))
    ARZDD=ARZD[["KOD NO (1)","Unnamed: 4"]]
    print(ARZDD)
    SRGGS= " OR ".join(["GIS_ID='{}'".format(srg) for i, srg in zip (ARZDD["KOD NO
(1)],ARZDD["Unnamed: 4"])]))

# Sistem kesintileri sonucu oluşan artık veriler hata almamak ve performas arttırmak
için siliniyor.
print("\nArtık Veriler Siliniyor...")
arcpy.Delete_management('TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID_LAYER')
arcpy.Delete_management("ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE")
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI,
"FeatureClass")
arcpy.Delete_management("TRANSFORMATOR_TRACE")
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_TRANSFORMATOR, "FeatureClass")
arcpy.Delete_management("DIREK_Layer")
arcpy.Delete_management("ISTASYON_Layer")
arcpy.Delete_management("TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer")
arcpy.Delete_management("TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer")
arcpy.Delete_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")
arcpy.Delete_management("GIS_ELE_Net_1")

```

```

arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_HATLAR, "FeatureClass")
arcpy.Delete_management("HATLAR_TRACE")
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_KOFRE, "FeatureClass")
arcpy.Delete_management("KOFRE_TRACE")
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_BARA, "FeatureClass")
arcpy.Delete_management("BARA_TRACE")
arcpy.Delete_management(TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID, "ShapeFile")
arcpy.Delete_management("NETWORK_Net_Junctions_Layer")

# Network düğümleri analizlerde kullanılmak için katman haline dönüştürülüyor.
arcpy.MakeFeatureLayer_management(NETWORK_Net_Junctions,
'NETWORK_Net_Junctions_Layer', "", "")

# Kesinti bilgileri ile gelen entegrasyon alanı ilgili katmanda sorgulanıyor, farklı bir
değişkene atanıyor ve katmana çevriliyor.
print("\nKesinti Kaynagi Teknik Birimler Seciliyor...")
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion(TEKNIK_BIRIM_NOKTA,
ORNEKKESINTIRAPORU, "TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID", SRGGS)
arcpy.MakeFeatureLayer_management(TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID,
'TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID_LAYER', "", "")

# Yazdırma işlemi yapmak için kesinti bilgilerini içeren database açılıyor.
xfile = openpyxl.load_workbook(GIREN)
sheet = xfile.get_sheet_by_name('Sayfa1')

# Her kesinti bilgisi için entegrasyon kodu ve sırası alınarak döngü oluşturuluyor.
for i, a in zip (ARZDD["KOD NO (1)"],ARZDD["Unnamed: 4"]):
    i=int(i)
    i=i+5
    GIS_ID_I = a
    print("\n\n{} Teknik Birimi Icin Islemler Basliyor...".format(GIS_ID_I))
    a = "\"GIS_ID\" = '%s'" % GIS_ID_I

# Her bir döngü için ilgili katmanda entegrasyon alanı seçiliyor.

```

```
arcpy.SelectLayerByAttribute_management('TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID_LAYER', "NEW_SELECTION", a)
```

```
# Seçilen katman ile coğrafi olarak çıkan network düğümleri seçiliyor.
```

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management('NETWORK_Net_Junctions_Layer', "INTERSECT", 'TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID_LAYER', "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
```

```
# Seçilen network düğümünden başlamak üzere enerji akışı yönünde ağ analizi başlıyor.
```

```
print("\n\t Enerji Akisi Yonunde Ag Analizi Yapiliyor...")
```

```
arcpy.TraceGeometricNetwork_management(NETWORK_Net, "GIS_ELE_Net_1", 'NETWORK_Net_Junctions_Layer', "TRACE_DOWNSTREAM", "", "", "", "", "", "NO_TRACE_ENDS", "NO_TRACE_INDETERMINATE_FLOW", "", "", "AS_IS", "", "", "", "AS_IS")
```

```
# Analiz sonucu oluşan grupkatmanı ayrılıyor.
```

```
B = arcpy.mapping.Layer("GIS_ELE_Net_1")
```

```
if B.isGroupLayer:
```

```
    for subLayer in B:
```

```
        arcpy.AddMessage("\n\t{}".format(subLayer.name))
```

```
# Analiz sonucu oluşan ilgili katman analizlerde kullanılmak için dosyaya kopyalanıyor ve analiz sonuc içerip içermediği kontrol ediliyor.
```

```
arcpy.CopyFeatures_management ("GIS_ELE_Net_1/ANAHTARLAMA_ELEMANLARI", "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAIŞLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI")
```

```
C_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE=arcpy.GetCount_management(ARAIŞLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI)
```

```
C_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE=
```

```
int(float(C_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE.getOutput(0)))
```

```

if (C_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE==0):
    print(u"\n\t Trace Sonucu Anahtarlama Elemanı İçermiyor...")
else :

    # İlgili dosya katmana çeviriliyor ve excele aktarılıyor.

arcpy.MakeFeatureLayer_management(ARAISLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI,
"ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE", "", "", "")
    print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Anahtarlama Elemanlari Yazdiriliyor...")
    arcpy.TableToExcel_conversion(ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE,
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\ANAHTARLAMA_ELEMANL
ARI_{_}_{_}.xls".format(GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")

arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion(ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE,
ORNEKKESINTIRAPORU,
"ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_{_}_{_}.format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

    # Görevi biten katman siliniyor.
    arcpy.Delete_management("ANAHTARLAMA_ELEMANLARI_TRACE")

    # Görevi biten dosya siliniyor.
    arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_ANAHTARLAMA_ELEMANLARI,
"FeatureClass")

    # Analiz sonucu oluşan ilgili katman analizlerde kullanılmak için dosyaya kopyalanıyor
ve analiz sonuc içerip içermediği kontrol ediliyor.
    arcpy.CopyFeatures_management ("GIS_ELE_Net_1/TRANSFORMATOR",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAISLEMLER_TRANSFORMATOR")

C_TRANSFORMATOR_TRACE=arcpy.GetCount_management(ARAISLEMLER_TRANSFORMAT
OR)

C_TRANSFORMATOR_TRACE= int(float(C_TRANSFORMATOR_TRACE.getOutput(0)))

```

```

if (C_TRANSFORMATOR_TRACE==0):
    print(u"\n\t Trace Sonucu Transformatör İçermiyor...")
else :

    # İlgili dosya katmana çeviriliyor ve excele aktarılıyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(ARAISLEMLER_TRANSFORMATOR,
"TRANSFORMATOR_TRACE", "", "", "")
    print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Transformatörler Yazdırılıyor...")
    arcpy.TableToExcel_conversion(TRANSFORMATOR_TRACE,
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\TRANSFORMATOR_{}_{}_{}.
xls".format(GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
    arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion(TRANSFORMATOR_TRACE,
ORNEKKESINTIRAPORU, "TRANSFORMATOR_{}_{}_{}".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

    # Analize sokulacak diğer bir dosya katmana çeviriliyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(ISTASYON, "ISTASYON_Layer", "", "")
    # Ağ analizi katmanı ile çakışan ilgili katman seçiliyor ve excele aktarılıyor.
    arcpy.SelectLayerByLocation_management("ISTASYON_Layer", "INTERSECT",
TRANSFORMATOR_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
    print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan İstasyonlar Yazdırılıyor...")
    arcpy.TableToExcel_conversion("ISTASYON_Layer",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\ISTASYON_{}_{}_{}.xls".for
mat(GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
    arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("ISTASYON_Layer",
ORNEKKESINTIRAPORU, "ISTASYON_{}_{}_{}".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

    # Görevi biten katmanlar siliniyor.
    arcpy.Delete_management("ISTASYON_Layer")
    arcpy.Delete_management("TRANSFORMATOR_TRACE")

    # Görevi biten dosya siliniyor.
    arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_TRANSFORMATOR, "FeatureClass")

```

```
# Analiz sonucu oluşan ilgili katman analizlerde kullanılmak için dosyaya kopyalanıyor
ve analiz sonuc içerip içermediği kontrol ediliyor.
```

```
arcpy.CopyFeatures_management ("GIS_ELE_Net_1/HATLAR",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAIŞLEMLER_HATLAR")
```

```
C_HATLAR_TRACE=arcpy.GetCount_management(ARAIŞLEMLER_HATLAR)
C_HATLAR_TRACE= int(float(C_HATLAR_TRACE.getOutput(0)))
```

```
if (C_HATLAR_TRACE==0):
    print(u"\n\t Trace Sonucu Hat İçermiyor...")
else :
```

```
# İlgili dosya katmana çeviriliyor.
```

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(ARAIŞLEMLER_HATLAR, "HATLAR_TRACE",
"", "", "")
```

```
# Analize sokulacak diğer bir dosya katmana çeviriliyor.
```

```
arcpy.MakeFeatureLayer_management(DIREK, "DIREK_Layer", "", "")
```

```
# Ağ analizi katmanı ile çakışan ilgili katman seçiliyor ve excele aktarılıyor.
```

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("DIREK_Layer", "INTERSECT",
HATLAR_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Direkler Yazdırılıyor...")
arcpy.TableToExcel_conversion("DIREK_Layer",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\DIREK_{_}_{_}.xls".format(
GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
```

```
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("DIREK_Layer",
ORNEKKESINTIRAPORU, "DIREK_{_}_{_}".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("HATLAR_TRACE",
ORNEKKESINTIRAPORU, "HATLAR_{_}_{_}".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))
```

```
# Görevi biten katmanlar siliniyor.
```

```
arcpy.Delete_management("DIREK_Layer")
arcpy.Delete_management("HATLAR_TRACE")
```

```

# Görevi biten dosya siliniyor.
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_HATLAR, "FeatureClass")

# Analiz sonucu oluşan ilgili katman analizlerde kullanılmak için dosyaya kopyalanıyor
ve analiz sonuc içerip içermediği kontrol ediliyor.
arcpy.CopyFeatures_management ("GIS_ELE_Net_1/BARA",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAIŞLEMLER_BARA")

C_BARA_TRACE=arcpy.GetCount_management(ARAISLEMLER_BARA)
C_BARA_TRACE= int(float(C_BARA_TRACE.getOutput(0)))

if (C_BARA_TRACE==0):
    print(u"\n\t Trace Sonucu Bara İçermiyor...")
else :

    # İlgili dosya katmana çeviriliyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(ARAISLEMLER_BARA, "BARA_TRACE", "",
    "", "")

    # Analize sokulacak diğer bir dosya katmana çeviriliyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(TEKNIK_BIRIM_NOKTA,
    "TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer", "", "")

    # Ağ analizi katmanı ile çakışan ilgili katman seçiliyor ve excele aktarılıyor.
    arcpy.SelectLayerByLocation_management("TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer",
    "INTERSECT", BARA_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
    print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Diğer Noktasal Teknik Birimler Yazdırılıyor...")
    arcpy.TableToExcel_conversion("TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer",
    "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\TEKNIK_BIRIM_NOKTA_{_}
    {_}.xls".format(GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
    arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer",
    ORNEKKESINTIRAPORU, "TEKNIK_BIRIM_NOKTA_{_}_{_}.format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

# Görevi biten katman siliniyor.

```

```

arcpy.Delete_management("TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Layer")

# Analize sokulacak diğ er bir dosya katmana çeviriliyor.
arcpy.MakeFeatureLayer_management(TEKNIK_BIRIM_ALAN,
"TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer", "", "")

# Ağ analizi katmanı ile ç aklı ş an ilgili katman seç iliyor ve excele aktarılıyor.
arcpy.SelectLayerByLocation_management("TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer",
"INTERSECT", BARA_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Alansal Teknik Birimler Yazdiriliyor...")
arcpy.TableToExcel_conversion("TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\TEKNIK_BIRIM_ALAN_{_}_{_}
_{_}.xls".format(GIS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer",
ORNEKKESINTIRAPORU, "TEKNIK_BIRIM_ALAN_{_}_{_}_{_}".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

# Görevi biten katmanlar siliniyor.
arcpy.Delete_management("TEKNIK_BIRIM_ALAN_Layer")
arcpy.Delete_management("BARA_TRACE")

# Görevi biten dosya siliniyor.
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_BARA, "FeatureClass")

# Analiz sonucu oluş an ilgili katman analizlerde kullanılmak için dosyaya kopyalanıyor
ve analiz sonuc içerip içermediğı kontrol ediliyor.
arcpy.CopyFeatures_management ("GIS_ELE_Net_1/KOFRE",
"D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEK.gdb\\ARAISLEMLER_KOFRE")

C_KOFRE_TRACE=arcpy.GetCount_management(ARAISLEMLER_KOFRE)
C_KOFRE_TRACE= int(float(C_KOFRE_TRACE.getOutput(0)))

# Analizin bu kısmında elde edilecek kullanıcı sayıları kesinti bilgilerini iç eren
database e yazdırılacağı için hiç kullanıcı iç ermemesi halinde ilgili değı ş kenlere 0 değı ri
atanıyor.

```

```

if (C_KOFRE_TRACE==0):
    print(u"\n\t Trace Sonucu Kofre İçermiyor...")
    C_IMAR=0
    OG_IMAR=0
    AG_IMAR=0
    C_KIRSAL=0
    OG_KIRSAL=0
    AG_KIRSAL=0
else :

    # İlgili dosya katmana çeviriliyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(ARAISLEMLER_KOFRE, "KOFRE_TRACE", "",
    "", "")

    # Analize sokulacak diğer bir dosya katmana çeviriliyor.
    arcpy.MakeFeatureLayer_management(GIS_BUILDING_SPATIAL,
    "GIS_BUILDING_SPATIAL_La", "", "")

    # Ağ analizi katmanı ile çakışan ilgili katman seçiliyor ve excele aktarılıyor.
    arcpy.SelectLayerByLocation_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",
    "INTERSECT", KOFRE_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
    print("\n\t Kesintide Enerjisiz Kalan Binalar Yazdiriliyor...")
    arcpy.TableToExcel_conversion("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",
    "D:\\Users\\ahmet.unverdi\\Desktop\\ORNEKKESINTIRAPORU\\BINA_{ }_{ }.xls".format(G
    IS_ID_I,tarih1,saat1), "ALIAS", "DESCRIPTION")
    arcpy.FeatureClassToFeatureClass_conversion("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",
    ORNEKKESINTIRAPORU, "BINA_{ }_{ }".format(GIS_ID_I,tarih2,saat2))

    # Kesinti bilgilerini içeren database de bulunan imar içi imar dışı OG AG ayrımı
    yapılarak kullanıcı sayıları tespit ediliyor.
    arcpy.SelectLayerByLocation_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",
    "INTERSECT", IMAR, "", "SUBSET_SELECTION", "NOT_INVERT")
    C_IMAR=arcpy.GetCount_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")
    C_IMAR= int(float(C_IMAR.getOutput(0)))

```

```
arcpy.SelectLayerByAttribute_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La","SUBSET_SELECTION", "SUBTYP = 7")
```

```
OG_IMAR= arcpy.GetCount_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")
```

```
OG_IMAR= int(float(OG_IMAR.getOutput(0)))
```

```
print("\n\n\t Imar alani icerisinde {} adet OG abone bulundu".format(OG_IMAR))
```

```
AG_IMAR= C_IMAR - OG_IMAR
```

```
print("\n\n\t Imar alani icerisinde {} adet AG abone bulundu".format(AG_IMAR))
```

```
arcpy.SelectLayerByAttribute_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",  
"CLEAR_SELECTION")
```

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",  
"INTERSECT", KOFRE_TRACE, "", "NEW_SELECTION", "NOT_INVERT")
```

```
arcpy.SelectLayerByLocation_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La",  
"INTERSECT", IMAR, "", "SUBSET_SELECTION", "INVERT")
```

```
C_KIRSAL= arcpy.GetCount_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")
```

```
C_KIRSAL= int(float(C_KIRSAL.getOutput(0)))
```

```
arcpy.SelectLayerByAttribute_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La","SUBSET_SELECTION", "SUBTYP = 7")
```

```
OG_KIRSAL= arcpy.GetCount_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")
```

```
OG_KIRSAL= int(float(OG_KIRSAL.getOutput(0)))
```

```
print("\n\n\t Imar alani disinda {} adet OG abone bulundu".format(OG_KIRSAL))
```

```
AG_KIRSAL= C_KIRSAL - OG_KIRSAL
```

```
print("\n\n\t Imar alani disinda {} adet AG abone bulundu".format(AG_KIRSAL))
```

İlgili değişkenler database in hangi satır ve sütununa yazılacağı belirtilerek kaydediliyor.

```
N= "N{}".format(i)
```

```
O= "O{}".format(i)
```

```
P= "P{}".format(i)
```

```
Q= "Q{}".format(i)
```

```
sheet[N] = OG_IMAR
```

```
sheet[O] = AG_IMAR
```

```
sheet[P] = OG_KIRSAL
sheet[Q] = AG_KIRSAL
xfile.save(GIREN)

# Görevi biten katmanlar siliniyor.
arcpy.Delete_management("KOFRE_TRACE")
arcpy.Delete_management("GIS_BUILDING_SPATIAL_La")

# Görevi biten dosya siliniyor.
arcpy.Delete_management(ARAISLEMLER_KOFRE, "FeatureClass")

# Görevi biten katman siliniyor.
arcpy.Delete_management("GIS_ELE_Net_1")

# Görevi biten dosya siliniyor.
arcpy.Delete_management(TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID, "ShapeFile")

# Görevi biten katman siliniyor.
arcpy.Delete_management('TEKNIK_BIRIM_NOKTA_Select1_GIS_ID_LAYER')

print("\nAhmet Bahadir UNVERDI Tarafindan Hazirlanmistir.")
```

Ek 2. Kesinti Analiz Kodları Çalışma Çıktısı

Python 2.7.10 (default, May 23 2015, 09:44:00) [MSC v.1500 64 bit (AMD64)] on win32

Type "copyright", "credits" or "license()" for more information.

```
>>> ===== RESTART
```

```
=====
```

```
>>>
```

Parametreler Tanimlaniyor...

Kesinti Analizi Basliyor...

Tarih: 26 10 20 Saat: 11:27:40

Analiz yapılacak 2 adet kayıt bulundu

KOD NO (1) Unnamed: 4

4 1.0 OFS00365842

5 2.0 OFS00367038

Artık Veriler Siliniyor...

Kesinti Kaynagi Teknik Birimler Seciliyor...

OFS00365842 Teknik Birimi Icin Islemler Basliyor...

Enerji Akisi Yonunde Ag Analizi Yapiliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Anahtarlama Elemanlari Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Transformatorler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Istasyonlar Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Direkler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Diger Noktasal Teknik Birimler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Alansal Teknik Birimler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Binalar Yazdiriliyor...

Imar alani icerisinde 0 adet OG abone bulundu

Imar alani icerisinde 0 adet AG abone bulundu

Imar alani disinda 0 adet OG abone bulundu

Imar alani disinda 305 adet AG abone bulundu

OFS00367038 Teknik Birimi Icin Islemler Basliyor...

Enerji Akisi Yonunde Ag Analizi Yapiliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Anahtarlama Elemanlari Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Transformatorler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Istasyonlar Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Direkler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Diger Noktasal Teknik Birimler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Alansal Teknik Birimler Yazdiriliyor...

Kesintide Enerjisiz Kalan Binalar Yazdiriliyor...

Imar alani icerisinde 0 adet OG abone bulundu

Imar alani icerisinde 0 adet AG abone bulundu

Imar alani disinda 0 adet OG abone bulundu

Imar alani disinda 353 adet AG abone bulundu

Ahmet Bahadir UNVERDI Tarafindan Hazirlanmistir.

Kesinti Analizi Basliyor...

Tarih: 26 10 20 Saat: 11:28:46

Analiz yapılacak kesinti bulunamadi

Kesinti Analizi Basliyor...

Tarih: 26 10 20 Saat: 11:28:46

Analiz yapılacak kesinti bulunamadi



