

**YAPI ELEKTRİK TESİSAT ÇİZİM VE
OPTİMİZASYON UYGULAMASI**

**2012
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ**

Bayram AKGÜL

YAPI ELEKTRİK TESİSAT ÇİZİM VE OPTİMİZASYON UYGULAMASI

Bayram AKGÜL

**Karabük Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında
Yüksek Lisans Tezi
Olarak Hazırlanmıştır**

KARABÜK

Haziran 2012

Bayram AKGÜL tarafından hazırlanan “YAPI ELEKTRİK TESİSAT ÇİZİM VE OPTİMİZASYON UYGULAMASI” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK
Tez Danışmanı, Bilgisayar Mühendisliği



Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 28 / 06 / 2012


Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

Başkan : Doç. Dr. İsmail R. KARAS (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüseyin DEMİREL (KBÜ)

Üye : Yrd. Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK (KBÜ)

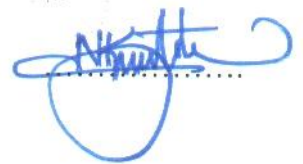
İmzası



..... / / 2012

KBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Nizamettin KAHRAMAN
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü



“Bu tezdeki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik ilkelere uygun olarak elde edildiğini ve sunulduğunu; ayrıca bu kuralların ve ilkelerin gerektirdiği şekilde, bu çalışmadan kaynaklanmayan bütün atıfları yaptığımı beyan ederim.”

Bayram AKGÜL

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

YAPI ELEKTRİK TESİSAT ÇİZİM VE OPTİMİZASYON UYGULAMASI

Bayram AKGÜL

Karabük Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı:

Yrd. Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK

Haziran 2012, 92 sayfa

Elektrik iç tesisatları projelendirilirken çizim için genellikle iki boyutlu (2D) bilgisayar destekli çizim programları kullanılır. Çizim kaynaktan (elektrik direği) ana panoya, ana panodan diğer panolara ve onlardan da elektrik malzemelerine (prizler, aydınlatma armatürleri, vs...) hat çekilmesi şeklinde olur. Bu çizimler ağaç yapısındadır. Çizim yapıldıktan sonra bu ağaç yapısı analiz edilerek kullanılacak malzemeler hesaplamalar ile belirlenmektedir. Örneğin konulmuş bir priz nesnesinin gücüne ve türüne göre seçilecek kablo kesiti ve kablo türü hesaplamalara göre olacaktır. Aynı şekilde çizimde gösterilmeyen fakat olması gereken sigorta ve şalter gibi malzemeler de belli kurallara ve hesaplamalara göre seçilir. Malzemelerin doğru seçilmesi projede kullanılacak malzemelerin maliyetini etkileyecek önemli bir parametredir.

Tesisat çizim işlemlerinde referanslı çizim önemli konulardan biridir. Işık sortileri hariç çizilen hatların tamamı duvarlara referans alınarak çizilmektedir. Bununla beraber çizimde gösterilen malzemelerin de tamamına yakını duvarlara referanslı ve duvarlara göre açılı olarak çizilmektedir. Günümüzde elektrik tesisatı çizim işlemlerinde, çoğunlukla Autocad gibi standart CAD programları kullanılmaktadır. Bu tür CAD programları ile oluşturulan projeler, referanslı çizim ve malzeme seçimini desteklememektedir. Bu açıdan işlemler hem uzun zaman alabilmekte hem de maliyet hesaplamaları açısından yüksek hata oranlarına sahip olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında en uygun duvarı bulmak, duvara referanslı olarak çizim yapmak ve duvara göre açılı olarak malzemeleri yerleştirmek için algoritmalar geliştirilmiştir. Bu algoritmalarla işlemlerin otomatik olarak hızlı ve doğru bir şekilde gerçekleştirilmesi sağlanmaktadır.

Çizim işlemleri tamamlandıktan sonra tesisat çizimi bir malzeme ağacı yapısına getirilmektedir. Oluşturulan bu ağaç yapısı analiz edilerek tesisatın gücü hesaplanmakta ve fazlar düzgün bir şekilde otomatik olarak dengelenmektedir. Tablo talep güçleri ve her bir kablo kesitindeki akım ve gerilimler hesaplanmaktadır. Böylece en az kullanıcı girdisi ile uygun malzemelerin otomatik olarak seçilmesi yöntemiyle hesaplamalardaki hatalar en aza indirilmektedir.

C++/C# ile geliştirilen bu uygulama ile standart mimari projeleri okuyup bina bölümlerinin tanınması, alanlara uygun armatür önerilerinin yapılması, geniş bir kütüphane desteğinin sağlanması ile komple bir tesisat çizim programı olması ile diğer uygulamalardan ayrılmaktadır.

Anahtar Sözcükler : Elektrik tesisatı, bilgisayar destekli tasarım, ağaç yapıları, referanslı çizim algoritmaları, faz dengeleme

Bilim Kodu : 902.1.012

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

BUILDING INTERNAL ELECTRICAL WIRING PROCEJT DESIGN AND OPTIMIZATION APPLICATION

Bayram AKGÜL

**Karabük University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Computer Engineering**

Thesis Advisor:

Assist. Prof. Dr. İlhami Muharrem ORAK

June 2012, 92 pages

For drawing electrical wiring diagram of buildings, mostly two dimensional CAD programs are used. Drawing is done starting from the source (utility pole) to main power panel and then it is distributed towards to electrical equipments such as sockets, lighting armature, etc. All these drawings are in tree structure. After drawing is completed, this tree structure is further analyzed and all materials to be used are decided based on an algorithm. As an example, the cross section of the cables and their types will be selected by an algorithm for a socket considering the power of the equipment to be used with. Apart from these, some of the equipments to be used in project but not shown in the drawings such as fuse, contactor will also be chosen with certain criteria. Selecting the most appropriate equipments will result in efficiency of overall cost of the project.

In wire drawing one of the most important point is the line drawing with reference to an object. Apart from light outlet all wires are referenced to walls. Furthermore, all equipments shown in drawings are allocated with reference to walls and with an angle to walls. In wiring diagram drawings, mostly a standard CAD program such as Autocad is used. This type of programs has no ability for wire drawing with reference to walls and selecting the most appropriate equipment. These increase drawing time and result in very high cost-calculation errors.

In this study, some algorithms have been developed to find the most appropriate wall to trace the wall for wiring, and to allocate equipments to the walls with angles. These are achieved automatically with fast and correct implementation.

After completion of the drawings, it is converted to tree structure. By analysing drawings in tree structure, required total power for building is calculated and then phases are balanced automatically. Required panels power, current and voltage for each cable are calculated. Therefore having minimal user impact, and with automatic selection of equipments, all type of calculation mistakes are minimized.

The application developed with C++ and C# provides identification of the section of the building, suggesting most appropriate armature for each section and wide library which are main distinct features compared to the standard CAD programs.

Key Word : Electrical wiring, cad applications, tree structures, referenced drawing algorithms, phase balancing

Science Code : 902.1.012

TEŞEKKÜR

Bu tez çalıőmasının planlanmasında, araőtırılmasında, yürütölmesinde ve oluşumunda desteğini esirgemeyen, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalıőmamı bilimsel temeller ışığında őekillendiren sayın hocam Yrd. Doç. Dr. İlhami Muharrem ORAK'a, proje boyunca teknik ve maddi desteklerini esirgemeyen, projeyi test eden ve sahada kullanma fırsatı veren Din Elektrik Mühendisliğin sahibi Elektrik Mühendisi Sayın Hikmet DİNÇTÜRK ve tüm çalıőanlarına, çalışma boyunca kahrımı çeken ancak hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan eşime sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL.....	ii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xv
BÖLÜM 1	1
GİRİŞ.....	1
1.1. ÇALIŞMANIN AMACI	2
1.2. YAPILAN ÇALIŞMALAR	4
BÖLÜM 2	10
BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM	10
2.1. YAYGIN OLARAK KULLANILAN CAD PROGRAMLARI.....	10
2.2. VEKTÖREL ÇİZİM FORMATLARI	11
2.2.1. DXF Çizim Formatı (Drawing Exchange Format)	11
2.2.2. DWG Çizim Formatı (Drawing Format).....	12
2.3. ÇİZİM NESNELERİ.....	13
2.3.1. Grafiksiz Olmayan Nesnelere	13
2.3.2. Grafiksiz Nesnelere.....	14
2.4. GENEL ÇİZİM KOMUTLARI	14
BÖLÜM 3	16
UYGULAMA PROGRAMI (ETRCAD).....	16

	<u>Sayfa</u>
3.1. GELİŞTİRME ORTAMI VE KULLANILAN ARAÇLAR	16
3.2. NESNE HİYERARŞİSİ	17
3.3. DOSYA FORMATI (.ETR)	19
3.3.1. ETR Formatında Kaydetme ve Okuma	20
3.4. DWG DOSYASI AÇMA/KAYDETME	20
3.5. MALZEME VERİTABANI.....	21
3.5.1. Kablolar	22
3.5.2. Aydınlatma Malzemeleri.....	24
3.5.2.1. Lambalar	24
3.5.2.2. Armatür Taslakları ve Armatür Oluşturma.....	24
3.5.2.3. Mahaller ve Armatür Kullanımı.....	24
3.5.3. Elektrik Malzemeleri	30
3.5.3.1. Kuvvetli Akım Malzemeleri	31
3.5.3.2. Zayıf Akım Malzemeleri.....	32
3.5.3.3. Ek Malzemeler & Sembolik Malzemeler	32
3.5.3.4. Aparatlar	32
3.6. MALZEMELERİN ÇİZİM ORTAMINDA GÖSTERİMİ	33
3.6.1. Kablo Oluşturma ve Hat Gösterimi.....	34
3.6.2. Malzeme Oluşturma ve Gösterimi.....	36
BÖLÜM 4	38
TESİSAT ÇİZİMİ	38
4.1. ÇİZİM ÖNCESİ MİMARİ HAZIRLAMA	38
4.1.1. Mimari Ölçeği Ayarlama	39
4.1.2. Katların Belirlenmesi	41
4.2. AYDINLATMA TASARIMI	42
4.2.1. Otomatik Mahal Tanıma	43
4.2.2. Armatür Seçimi ve Aydınlatma Hesabı	47
4.2.3. Seçilen Armatürlerin Çizime Eklenmesi.....	49
4.3. MALZEME YERLEŞTİRME.....	51
4.3.1. Duvarlara Referanslı Malzeme Yerleştirme.....	51

	<u>Sayfa</u>
4.4. KABLOLAMA TASARIMI İÇİN HAT ÇİZİMİ	53
4.4.1. Referanslı çizim.....	53
BÖLÜM 5	57
HESAPLAMALAR	57
5.1. AĞAÇ YAPILARI.....	57
5.1.1. Kullanılan Ağaç Yapıları Algoritmaları	58
5.2. ÇİZİMDEN MALZEME AĞACI OLUŞTURMA	60
5.3. GÜÇ HESAPLAMA VE FAZ DENGELEME.....	62
5.3.1. Kurulu Gücün Hesaplanması	62
5.3.2. Eşzamanlı Gücün Belirlenmesi	63
5.3.3. Faz Dengeleme	65
5.4. AKIMA GÖRE KESİT, ŞALTER VE SİGORTA BELİRLEME	70
5.5. GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI	71
5.6. ŞEMALAR VE TABLOLAR	72
5.6.1. Kolon Şeması	72
5.6.2. Tablo Yükleme ve Faz Dağıtım Cetveli.....	73
5.6.3. Tablo Talepleri, Gerilim Düşümü ve Akım Kontrolü Tablosu.....	73
5.6.4. Aydınlatma Tablosu	74
5.6.5. Maliyet Hesabı ve Keşif Tablosu	74
BÖLÜM 6	75
SONUÇ VE ÖNERİLER	75
KAYNAKLAR	79
EK AÇIKLAMALAR A. UYGULAMA PROGRAMI İLE HAZIRLANMIŞ BİR BİNANIN ELEKTRİK TESİSATI ÇİZİMİ VE OTOMATİK OLARAK ÜRETİLEN HESAPLAMA ÇİZELGELERİ	82
ÖZGEÇMİŞ	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.1. Örnek malzeme ağacı	2
Şekil 2.1. Örnek DXF kodları.....	12
Şekil 3.1. Temel biçimlendirme sınıfı	18
Şekil 3.2. Temel çizim nesnesi özellikleri.....	18
Şekil 3.3. Çizim tabanı için nesne hiyerarşisi.....	18
Şekil 3.4. ETR formatında kaydetme ve okuma.....	21
Şekil 3.5. Kablo gösterimleri.....	23
Şekil 3.6. Lamba organizasyonu	24
Şekil 3.7. Armatür taslakları ve armatür oluşturma	26
Şekil 3.8. Örnek armatür detayı.....	27
Şekil 3.9. Mahaller, ifade tarzları ve kullanılan armatürler.....	30
Şekil 3.10. Elektrik malzemeleri veri tabanından bir kesit	31
Şekil 3.11. Dağıtım tablolarında aparat kullanımı.....	33
Şekil 3.12. Çizim hatlarının gösterilmesi	34
Şekil 3.13. Hatlar için kullanılan "Polyline" nesnesinin görünümü	35
Şekil 3.14. Hatlar için kullanılan bilgiler	35
Şekil 3.15. Bazı elektrik malzemelerinin gösterimi	36
Şekil 3.16. Malzeme verilerinin oluşturulma mantığı.....	37
Şekil 4.1. Otomatik mimari ölçeği algılama algoritması.....	40
Şekil 4.2. Kat belirleme formu	42
Şekil 4.3. Mahal sınırlarının otomatik olarak tanınması ve mahal adının çözümlemesi.....	44
Şekil 4.4. Kontrollü aydınlatma formu.....	46
Şekil 4.5. Armatür dağılımı akış diyagramı	50
Şekil 4.6. Düzenli ve düzensiz mahallerde armatür dağılımı	51
Şekil 4.7. Referanslı malzeme yerleştirme	52
Şekil 4.8. Doğru parçalarının bir birine göre durumları	53
Şekil 4.9. Örnek duvar çizgileri.....	54

	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.10. Örnek duvar çizgilerine göre referanslı hat çizimi.....	55
Şekil 4.11. Referanslı çizim akış diyagramı	56
Şekil 5.1. Kök, dal, yaprak ve seviyeleri ile bir ağaç yapısı.....	58
Şekil 5.2. Aynı ağaç yapısında a) Derinlik öncelikli dolaşım sırası, b) Genişlik öncelikli dolaşım sırası.....	59
Şekil 5.3. Ağaç yapısında dolaşım yöntemine göre işlem öncelik sıraları	60
Şekil 5.4. Ağaç yapısında dolaşım yöntemlerinin C dili ile kodlanması.....	60
Şekil 5.5. Güçleri ile beraber örnek malzeme ağacından bir kesit	61
Şekil 5.6. Recursive olarak kurulu gücün hesaplanması	61
Şekil 5.7. Faz dengeleme akış diyagramı	69
Şekil EK A.1. Bodrum kat planı	83
Şekil EK A.2. Zemin kat planı	84
Şekil EK A.3. 1,2,3. kat planı	85
Şekil EK A.4. Program tarafından üretilen kolon şeması.....	86

ÇİZELGELER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1. Kabloların akım taşıma kapasitesi ve sigorta akımları	22
Çizelge 3.2. En az aydınlık düzeyleri tablosundan bir kısım.....	29
Çizelge 4.1. Aydınlatma hesaplamaları için kullanılan eşitlikler	47
Çizelge 4.2. Örnek bir armatür için mahal verim faktörleri tablosu	48
Çizelge 5.1. Konut binalarında eş zamanlılık katsayısı	63
Çizelge 5.2. Konut dışındaki binalarda eş zamanlılık katsayısı.....	64
Çizelge 5.3. Alt seviyedeki bir tabloda faz dengeleme örneği.....	66
Çizelge 5.4. T1 tablosunun dengelenmiş hali	67
Çizelge 5.5. T2, T3 ve T4 tablolarının dengelenmiş hali.....	67
Çizelge 5.6. Üst seviyedeki bir tabloda faz dengeleme örneği	68
Çizelge 5.7. Gerilim düşümü hesaplama eşitlikleri	72
Çizelge EK A.1. Program tarafından üretilen aydınlatma tablosu	87
Çizelge EK A.2. Program tarafından üretilen tablo yükleme cetveli.....	88
Çizelge EK A.3. Program tarafından üretilen gerilim, talep, akım kontrolü hesapları.....	89
Çizelge EK A.4. Program tarafından üretilen her tablo için tablo talep güçleri hesabı.....	90
Çizelge EK A.5. Program tarafından üretilen ve projede kullanılan malzemelerin yer aldığı “keşif tablosu”	91

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

SİMGELER

A	: Amper
Al	: Alüminyum
Cu	: Bakır
kVA	: Kilo-volt amper
kW	: Kilo-watt
W	: Watt
ϕ	: Voltaj ile akım arasındaki açı

KISALTMALAR

2D	: Two dimensional (2B-İki boyutlu)
3D	: Three dimensional (3B-Üç boyutlu)
AC	: Alternatif akım
CAD	: Bilgisayar destekli tasarım (Computer aided design)
CLR	: Common language runtime
DWF	: Design web format
DWG	: Autocad standart çizim formatı
DXF	: Drawing exchange format (Drawing interchange format)
EMO	: Elektrik mühendisleri odası
MSIL	: Microsoft intermediate language
ODA	: Open design alliance
TMMOB	: Türk mühendis ve mimar odaları birliği
VLSI	: Çok geniş ölçekli entegre devreleri (Very-large-scale integration)
YBM	: Yapı bilgi modellemesi

BÖLÜM 1

GİRİŞ

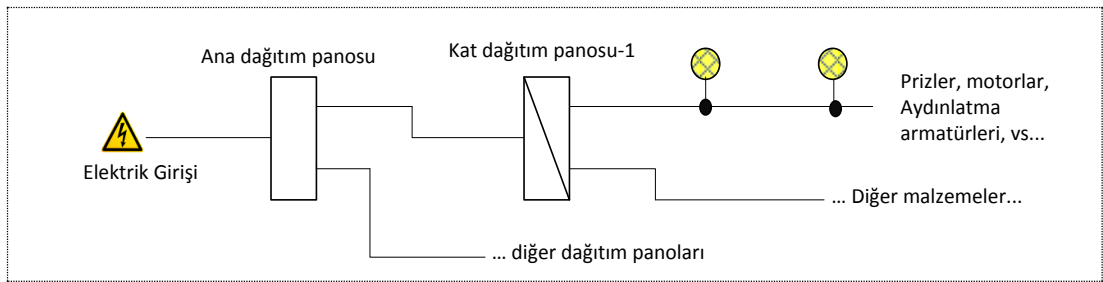
Bilgisayarlar, kullanıcılara sağladığı kolaylıklar nedeniyle birçok iş alanının vazgeçilmez aracı olmuştur. Elektrik tesisat projelerinin hazırlanmasında da bilgisayarlar, mühendislere çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Mühendisler, TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası tarafından belirlenen Elektrik, Elektronik ve Bilgisayar Projeleri Uygulama Standartları (EMO, www.emo.org.tr) doğrultusunda projelerini hazırlamaktadır [1].

Elektrik iç tesisat proje çizimleri; bir yapının elektrik ihtiyacını sağlamak için uygulanması gereken kurulum projesinin şematik olarak kâğıt üzerinde gösterilmesidir. Elektrik Tesisat Projesi; mimari projeye uygun olarak, elektrik mühendisleri tarafından hazırlanan, ölçekleri yapının büyüklüğüne ve özelliğine göre belirlenen elektrik iç tesisatı (kuvvetli ve zayıf akım) ile makina mühendisiyle birlikte hazırlanan asansör projeleridir. Tesisat projelerinin çizilmesi yönetmelikler ile zorunlu kılınmıştır. Elektrik iç tesisleri yönetmeliği;

- Yeni kurulacak tesislerde,
- Kurulu tesislerin tamamen değiştirilmesi durumunda,
- Kurulu tesislerde açık ve belli olarak ölüm, yaralanma ve yangına neden olabilecek durumlarda,
- Kurulu tesislerdeki bozukluk veya değişikliğin yakındaki diğer tesislerde önemli karışıklık veya tehlikeler doğurması durumunda,
- Kurulu bir tesisi esasına etki etmeyecek biçimde yapılacak genişletmelerin, değişikliklerin ve onarmaların yalnızca bu bölümlerinde

uygulanır [2].

Elektrik iç tesisatları projelendirilirken çizim için genellikle iki boyutlu (2D) bilgisayar destekli çizim programları kullanılır. Çizim kaynaktan (elektrik direği) ana panoya, ana panodan diğer panolara ve onlardan da elektrik malzemelerine (prizler, aydınlatma armatürleri, vs...) hat çekilmesi şeklinde olur. Bu çizimler ağaç yapısı şeklinde bir dağılımla oluşturulur. Şekil 1.1'de örnek bir malzeme ağacı gösterilmektedir. Çizim yapıldıktan sonra bu ağaç yapısı analiz edilerek kullanılan malzemelerin miktarı, özellikleri, maliyetleri gibi bazı konular hesaplamalar sonucunda elde edilmektedir [3].



Şekil 1.1. Örnek malzeme ağacı.

M.R. Dow (1987) yaptığı bir çalışmada elektrik devrelerinin çizimdeki geometrik verilerini kullanarak bir ağaç yapısı elde edip hesaplamaların çizime nasıl entegre edebileceğinden bahseder [4].

Bu çalışmada malzemelerin konulacağı yerlerle ilgili olup olmadığına karar verilmesi tasarımcının kontrolüne bırakılmıştır. Örneğin tasarımcı dağıtım tablosunu salona veya mutfığa koyamayacağını bilmelidir.

Tasarım işlemi sonunda bir noktaya konulan malzeme ile ilgili olarak malzeme ile dağıtım tablosu arasındaki kablonun kaç metre olacağı, kablodan geçecek akıma ve kablounun üzerine düşecek gerilime göre kablounun kesitinin ne olması gerektiği ve bunun için hangi sigorta veya şalterin seçilmesi gerektiği bilinmelidir. Ayrıca tesisat üç fazlı olaksa fazların dengeli dağıtılabilmesi için malzeme beslemelerinin hangi faz veya fazlardan olması gerektiği hesaplanmak zorundadır. Projenin güvenliği için bu işlemler her bir malzeme için ayrı ayrı hesaplanmalıdır. Bu işlemler çoğu zaman manuel olarak yapılır, seçilen kablo kesiti, şalter ve sigortalar tecrübe sonucu

sezgisel olarak seçilir. Hesaplamalar sonucu uygun olmadığı anlaşılan malzemeler deneme yanılma yöntemi ile değiştirilir. Dolayısıyla bu yöntem hata yapmaya açık bir yapı olmakla beraber, aynı zamanda işlem süresi de oldukça uzundur.

1.1. ÇALIŞMANIN AMACI

Elektrik, su ve kalorifer tesisatları gibi projelerin çizilebilmesi için öncelikle yapının mimari projesinin çizilmiş olması gerekmektedir. Bu tesisatları yapacak tasarımcılar mimari tasarımı ile ilgilenmeyip sadece yapının çizilmiş mimari projesinin üzerinde kendi projelerini çizerler. Yani elektrik mühendisleri elektrik tesisatı için, makine mühendisleri de su veya kalorifer tesisatı için mimari projeyi çizmezler, çizilmiş mimari projesinin üzerine kendi tesisatlarını çizerler.

Türkiye’de mimarların çizmiş olduğu mimari projeler çoğunlukla AutoCAD genel veya Mimari projeler için özelleştirilmiş olan AutoCAD Architecture programı kullanılarak oluşturulmaktadır. Başka program kullanıldığı durumlarda da yine projelerinin gerek çıktılarının alınabilmesi ve gerekse elektrik ve makine mühendislerine verebilmek için Autocad programının çizim formatı olan DWG formatında kaydedilirler. Bu yüzden mevcut durumda elektrik veya makine mühendisleri Autocad ile çizilmiş mimari projelerinin üzerine elektrik veya sıhhi tesisat projelerini çizmek için yine Autocad programını kullanırlar.

Mevcut durumda elektrik mühendislerinin büyük bir çoğunluğu elektrik projesi çizimleri için Autocad programını kullanırlar. Bu çalışma ile elektrik mühendislerinin kullandığı Autocad programı benzeri bir çizim programı yazıp, bu program üzerine elektrik mühendislerin ihtiyaç duyduğu çizimleri daha hızlı yapabilecek, yapılmış çizimden hesaplamaları otomatik olarak yapabilecek komutların yazılması amaçlanmıştır. Böylece bu çalışma ile elektrik iç tesislerinin çizimi ve hesaplamaları için bilgisayarların kullanıcılar sağladığı kolaylıklar en üst seviyeye getirilmeye, kullanıcı girdileri ve bunlardan kaynaklanabilecek hatalar en alt seviyeye düşürülmeye çalışılmıştır.

Bu program ile dört ana başlık olarak aşağıdaki konular incelenmiş ve bu işlemler için gerekli komutlar tasarlanmıştır.

Aydınlatma tasarımı:

Otomatik mahal tespiti, mahalde kullanılabilecek armatürlerin otomatik olarak seçilmesi veya manuel olarak seçilse bile uygunluğunun belirtilmesi sonuçta doğru armatürlerin doğru noktalara yerleştirilmesi amaçlanmıştır. Aydınlatma tablosunun kullanılan armatür ve mahallere göre otomatik olarak çıkarılması amaçlanmıştır.

Tesisat çizimine malzeme yerleştirme:

Çizim yapılırken; özellikle duvara referanslı malzemelerin duvarlara göre otomatik olarak koyma noktalarının tespiti ve açılarının otomatik olarak hızlı bir şekilde ayarlanması amaçlanmıştır.

Hat çizimi:

Projede hat çizimlerinin çok büyük bir kısmı duvarlara referanslı yapıldığı için hat çizimi işlemleri için referanslı çizim algoritmalarının geliştirilmesi ile hat çizimi işlemlerinin doğru ve hızlı yapılabilmesi amaçlanmıştır.

Hesaplamalar:

Elektrik proje çizimlerinin bilgisayar bilimlerinde kullanılan ağaç yapılarına uygunluğundan dolayı yapılan çizimler hesaplamaların otomatikleştirilebilmesi için analiz edilerek ağaç yapılarına dönüştürülmesi; böylece ağaç yapılarından ve algoritmalarından faydalanılarak kullanılan malzemeler, malzemeler arası kullanılması gereken kablolar, kablo tipleri ve kesitleri, faz dengelemeleri, yapılması gereken diğer hesaplamalar, çıkarılması gereken tabloların otomatikleştirilmesi amaçlanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda aşağıda belirtilen işlemler otomatik olarak yapılacak böylece hata yapma riski minimize edilmiş olacaktır.

- Aydınlatma hesabı ve tabloları,
- Fazların dengeli bir şekilde dağıtılması,
- Gerilim, akım ve talep güçlerinin belirlenmesi,
- Kesit, şalter, sigorta seçimlerinin yapılması,
- Tablo yükleme cetveli,
- Kolon şeması çizimi,
- Kullanılan malzemelerin listesi, fiyatları ve toplam maliyet hesaplamaları

Bu işlemlerin yapılabilmesi için geniş bir malzeme veri tabanı hazırlanmış ve veri tabanı yeni malzeme eklemeye uygun hale getirilmiştir. Böylece yeni çıkan bir ürün istendiği zaman veri tabanına eklenebilecektir.

1.2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Elektrik iç tesislerinin bilgisayar ortamında çizim ve optimizasyonuna yönelik yapılan bu çalışmanın üç farklı boyutu bulunmaktadır. Birincisi elektrik tesisleri ve özellikleri, ikincisi çizim programı, çizim formatları ve elektrik tesislerinin bilgisayar ortamında çizilmesi, üçüncüsü ise hesaplamaların çizime entegre edilmesi şeklinde tanımlanabilir.

Bilgisayarlar, kullanıcılara sağladığı kolaylıklar nedeniyle şüphesiz birçok iş alanının vazgeçilmez aracı olmuştur. Bilgisayar yardımıyla modelleme; olası hataların getirebileceği zararların önlenmesine yönelik gerçeğini yapmaya başlamadan test etmek açısından önemli bir yer edinmiştir. Güç sistemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesine yönelik birçok bilgisayar destekli tasarım programı mevcuttur ancak pek azı elektrik iç tesisat çizimlerine yöneliktir. Çoğu elektrik elektronik kontrol devrelerine yönelik yapılan çalışmalardan oluşmaktadır. AutoCAD Electrical, Electra, Proteus, Logisim gibi programlar bunların başında gelen ve daha çok kontrol devrelerine yönelik ticari veya eğitim amaçlı en çok bilinen programlardır.

Türkiye’de ki mühendislerin birçoğu iç tesisat çizimleri için standart Autocad programını kullanmaktadırlar. Elektrik iç tesislerine yönelik Türkiye’nin normlarına

ve yönetmeliklerine uygun olarak yapılmaya çalışılmış iki tane bilgisayar destekli tasarım programı denemesi yapılmıştır. Visual Basic 6 dili ile hazırlanmış, VeCAD çizim tabanını kullanan ve DXF/DWG dosyalarını açma/kaydetme kabiliyetlerine sahip olmak için Open Design Alliance tarafından geliştirilen DWGDirect kütüphanelerini kullanan bu programlar ticari amaçlı olarak hazırlanmışlardır. Bu çalışmalar ile çizim işlemlerinin kolaylaştırılması ve hesaplamaların çizimden otomatik olarak derlenmesi amaçlanmıştır. Her iki projede de çizim işlemlerine yönelik özel bazı komutlar ve araçlar hazırlanmıştır. Bu program denemelerinden Ertürkmen tarafından geliştirilen Elektrikcad programının geliştirilmesine devam edilmekte ancak Çelik tarafından hazırlanan TurkCizim programının geliştirilmesine son verilmiştir [5].

Türkiye’de elektrik tesisatlarının çizilmesine yönelik özel bir uygulama programı olmadığı için mühendisler genellikle Autocad programında çizimlerini yaparlar. Aslında mühendisler Autocad programını kullanarak proje için modelleme değil de taslak (drafting) çalışması yapmaktadırlar. Çünkü bütün hesaplamaları elle yapmak zorundadırlar. Autocad programının tercih edilmesinin bir sebebi; mimarların yapı mimarisi için Autocad kullanmaları, bir diğer sebebi ise elle çizimden daha hızlı çizebilmeleridir. Uysal, aydınlatma ve iç tesisat projelerinin Microsoft Visio ile hazırlanması ile ilgili yaptığı çalışmasında çizimin bilgisayar ortamında Microsoft Visio ile yapılmasını Autocad benzeri programlar kullanılmasından veya elle yapılmasından daha kolay ve daha çabuk yapılabileceğini aktarmıştır. Çalışmasında; aydınlatma ve iç tesisat projelerinin Microsoft Visio programı ile çizilmesi hakkında bilgiler verilmiş, projelerin bilgisayar programları ile çizilmesinin, elektrik mühendislerine ve elektrik teknikerlerine sağlayacağı yararlar belirtilmiştir. Çalışmada, aydınlatma ve iç tesisat projelerinin hazırlanması için gerekli olan bilgiler verilmiş ve gereken hesaplamalar örnek bir proje üzerinde yapılmıştır. Proje, yapılan hesaplamalar doğrultusunda Visio ortamında çizilmiştir. Programın, projenin oluşturulması esnasında mühendislere sağlayacağı kolaylıklar da açıklanmıştır [1].

Yukarıda bahsedilen bu üç çalışma doğrudan elektrik iç tesisatlarına yönelik olup; program denemeleri hesaplamaların çizime entegre edilmesi ile ilgili, diğeri ise

çizimin kolaylaştırılması ile ilgili olduğundan çalışmamızın amacına yönelik çalışmalardır.

Aşağıda güç sistemlerinin bilgisayar yardımıyla modellenmesi ve simülasyonuna yönelik bazı çalışmalar verilmiştir. Bu çalışmalar tasarım ve hesaplamaların çizime entegre edilmesine yönelik yaklaşım çalışmamıza farklı bakış açıları kazandırmıştır.

Koçyiğit, Güç sistemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesi, analizi ve internet üzerinden eğitim amaçlı programlarının tasarlanmasına yönelik yaptığı çalışmasında; güç sistem analizi konusunda eğitim alan kişilerin bu süreç sırasında kullanabilecekleri bir bilgisayar programı tasarlanıp yazılmıştır. Vektörel büyüklüklerin girişi için görsel bileşenler hazırlanıp grafik ortam ve burada kullanılacak elemanlar tasarlanmıştır. Oluşturulan paneller yardımıyla her elemana ait elektriksel değerlerin girişi sağlanmıştır. Grafik ortamda çizilen devrenin bilgisayar tarafından analizi ve hesaplamaları yapılmaktadır. Bu çalışmanın en önemli özelliği; problem çözümlerinde gerekli formülleri, formüllerde hesaplanan değerleri, sonuçları, varsa vektör diyagramı ve eşdeğer devreleri ayrıntılı bir şekilde kullanıcıya göstermesidir. Çalışmanın sonucunda yazılan programın nerelerde, kimler tarafından kullanılabileceği, kullanıcılarına ne gibi katkılar sağlayacağı ortaya konmuştur [6].

Elektrik iç tesislerini bilgisayar ortamında modellerken önemli bir diğer konuda elektrik malzemelerinin modellenmesidir. Elektrik malzemeleri; geometrik konumları ile beraber hesaplamalar yapılırken kullanılacak verileri barındırmalıdır. Bu bakımdan elektrik malzemeleri tasarlanırken sistematik veri yapıları kullanılmıştır.

Teo, alçak gerilim elektrik dağıtım sistemlerinin bilgisayar yardımı ile tasarımı ve simülasyonuna yönelik yaptığı çalışması ile elektrik tesisatları için yeni bir yaklaşım tarzı geliştirmiştir. Sistematik veri yapılarını tasarım öğeleri ve komple tasarım dosyaları için kullanmıştır. Çalışmasında tamamlanmış tesisatların uygunluğunu kontrol amaçlı olarak normal yüklemelere, aşırı yüklemelere ve kısa devre

durumlarına göre test edilebilir bir şekilde tasarlamıştır. Çalışma tamamlanmış tesisat çizimlerinden otomatik olarak tek hat şemaları çıkarabilir ve çizicilere (plotter) çıktı verebilecek şekilde ayarlanmıştır [7].

Hesaplamaların çizime entegre edilmesi elektrik tesisatlarında olduğu gibi bir çok sektörün ilgilendiği bir konudur. Bu konu; özellikle binaların statik projeleri, sıhhi tesisatlar projeleri, kalorifer tesisat projeleri gibi birçok alana uygulanabilmektedir. Dow, yaptığı çalışmasında bilgisayar ortamında çizilmiş elektrik devrelerinin çizimdeki geometrik verilerini kullanarak bir ağaç yapısı elde edip hesaplamaların çizime entegre edebileceğinden bahseder [4]. Bu çalışma tesisat çizimine hesapların entegre edilmesi çalışmasına bir motivasyon kaynağı olmuştur.

Dow, yaptığı bir diğer çalışmasında; yapıların bilgisayar ortamında çizilmiş su borusu ağlarının grafiksel verilerini kullanarak hesaplamaları çizime entegre etmiştir. Yaptığı çalışmasında hesaplamalar tasarım aşamasında otomatik olarak yapılp su akış yönleri otomatik olarak tasarım konfigürasyonundan çıkarılabilmektedir. Çalışmasında grafiksel verilerden hesaplama modellerinin oluşturulma algoritmalarını ve modelin nasıl kullanılabileceğini açıklamıştır [8].

Hsu and Rozenblit, çok geniş ölçekli entegre devrelerin (VLSI) modellenmesi, simülasyonu, ara bağlantıları ve paketlemesi için bilgisayar destekli bir sistem tasarlamışlardır. Tasarladıkları bu sistemin üç boyutu bulunmaktadır. Birinci boyutta genel CAD araçlarının tasarlanmıştır. Bu boyutta grafik işlemleri ve simülasyon araçları hazırlanmıştır. İkinci boyutta veri gösterimleri ve yönetimi tasarlanmıştır. Veri kütüphaneleri ve çizim araçları tasarlanırken nesne yönelimli yaklaşım uygulanmıştır. Üçüncü boyutta ise çiplerin tasarımı ve simülasyonu işlemleri yapılmıştır [9].

Orak ve Akgül Elektrik iç tesislerinin bilgisayar yardımıyla çizimi ve hesapların çizime entegre edilmesine yönelik yaptıkları çalışmalarında; ağaç yapılarından faydalanmıştır. Tesisat çiziminin geometrik datalarından faydalanılarak çizim bir

ağaç yapısına dönüştürülmüş, ağaç yapıları algoritmaları kullanılarak hesaplamalar çizime entegre edilmiştir [3].

Bilgisayar destekli tasarımın ilgilendiği bir diğer konu ise dosyalar ve dosya formatlarıdır. Tasarım programlarının kendi aralarında veri alışverişi yapabilmeleri için en az bir ortak dosya formatı kullanabilmeleri gerekmektedir. DXF veri formatının oluşturulma amacı tasarım programları arasında veri alışverişi yapmaktır [10]. CAD programlarının birçoğu DXF dosyalarını açma/kaydetme kabiliyetine sahiptir. DXF veri formatı açık (public) bir format olup yapısı ve özellikleri Autodesk firmasının sitesinde ilan edilmektedir [11].

İnce, teknik resim çıktılarının dxf veri formatına dönüştürülmesine yönelik yaptığı çalışmada, resim formatındaki (BMP) teknik resim çizimlerini CAD veri yapısına (DXF) dönüştüren bir sistem geliştirmiştir. Geliştirilen sistem ile 24 bit derinliğinde, siyah-beyaz veya renkli BMP resimlerinin içerisinde bulunan geometrik unsurlar (doğrular, çember, vb.) belirlenerek DXF formatına çevrilmektedir [12]. Bu çalışmada DXF veri formatı geniş bir şekilde ele alınmıştır.

CAD programları tarafından sık kullanılan bir diğer dosya formatı ise DWG dosya formatıdır. Bu format DXF formatı gibi açık değildir. Yapısı Autodesk firması tarafından gizli tutulmaktadır [13]. Ancak Open Design Alliance (ODA) komitesi tarafından ters mühendislik işlemleri ile içeriği çözülmüştür. Ticari bir kuruluş olmayan ODA komitesi tarafından geliştirilen DXF/DWG Import/Export kütüphaneleri SolidWorks, IntelliCAD, ESRI, Caddie, Adobe, ZWSOFT gibi çok büyük CAD tasarımcısı ve Google, Oracle, Facebook, Siemens gibi birçok bilindik şirket tarafından kullanılmaktadır [14]. Yapılan bu çalışmada da DXF/DWG açma/kaydetme işlemleri için bu kütüphaneler kullanılmıştır.

Elektrik iç tesisat projelerinde aydınlatma tasarımı da önemli bir yer tutmaktadır. Aydınlatma tasarımı ile ilgili çok fazla çalışma ve program mevcuttur. Relux [15] ve Dialux [16] programları aydınlatma işlemleri için dünya çapında kullanılan programlardır. Fakat bu programlar elektrik iç tesisatlarının bir parçası olan

aydınlatma tasarımından ziyade daha çok aydınlatma konusunda profesyonelleşmiş aydınlatma konforu üzerine uzmanlaşmışlardır. Bu programlar sayesinde mahallin üç boyutlu görüntüsü çıkarılıp aydınlatma simülasyonu yapılabilmektedir. Aydınlatma işlemleri; kullanıcıların gereksinimlerini, çevresel ve ekonomik isteklerini, estetik ve mimari konuları içerir [17]. Bu bakımdan aydınlatma tasarımı elektrik tesisatından öte bir sanatsal tasarım yönü de vardır. Fakat bu sanatsal yön yapılan çalışmada tasarımcıya bırakılmıştır.

Yapılan bu çalışmada hesaplamalar için teknik detayların büyük bir kısmında elektrik mühendisleri odası tarafından hazırlanmış ajanda ve yönetmeliklerden ve bu konuda yazılmış kaynak kitaplardan faydalanılmıştır.

Kaşıkçı, Elektrik tesisleri temel el kitabı adlı eserinde elektrik tesislerinde aydınlatma, kablo ve iletkenlerin aşırı akımlara karşı korunması, aşırı akım koruma cihazları, topraklama, kompanzasyon, elektrik motorları gibi konuları son yönetmeliğe uygun olarak işlemiş ve uygulamamız için temel bir başvuru kaynağı olmuştur [18].

Çetinkaya vd., dengesiz yüklerde faz dengelemesi ve güç faktörünün düzeltimi ile ilgili herhangi topraklanmamış üç faz lineer yük için, kaynak ve yük arasında gerçek güç değişimini değiştirmeden, dengeli gerçek üç faz yüküne dönüştürülebilmesi ile ilgili çalışma yapmışlardır [19]. Yaptıkları çalışma sonucunda faz dengelemenin öneminden bahsetmişlerdir.

BÖLÜM 2

BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM

Bilgisayar destekli tasarım, tasarımcının, gerçekleştirmek istediği tasarım için geliştirilmiş yazılım programlarından yararlanarak etkileşimli biçimde çizim yapmasına imkân sağlayan araştırma ve uygulama alanıdır.

Bilgisayar Destekli Tasarım İngilizce de bu işi yapmak için yazılan programlara verilen genel bir ad olan “Computer Aided Design” sözcüklerinin baş harflerinden oluşan CAD terimi ile ifade edilir. Computer-aided design and drafting (CADD) olarak ta bilinir. Üç boyutlu ve iki boyutlu tasarımlar için farklı programlar kullanılabilir. SolidWorks, 3DS Max, AutoCAD, ArchiCAD, IdeCAD bu programlardan bazılarıdır [20].

2.1.YAYGIN OLARAK KULLANILAN CAD PROGRAMLARI

En yaygın kullanılan 2 boyutlu bilgisayar destekli tasarım programı Autocad programıdır. Autocad aslında hem 2D hem de 3D olarak çok yaygın olarak kullanılmaktadır. Birçok üniversitede bilgisayar yardımıyla tasarım derslerinde eğitimi verilmektedir.

En yaygın kullanılan 3 Boyutlu bilgisayar destekli tasarım (3D CAD) yazılımı SolidWorks programıdır. 3 boyutlu katı modelleme yazılımı olarak ta adlandırılır. Birçok Üniversite, Meslek Yüksek Okulu ve Teknik Lisede eğitimi verilmektedir. Autocad kullanıcılarının çoğu, 2 boyuttan 3 boyuta geçiş için SolidWorks programını tercih etmiştir. Bunun sebebi AutoCAD dosyaları ile en uyumlu 3D CAD yazılımının SolidWorks olmasıdır. SolidWorks makine, mobilya, plastik/saç kalıpcılığı, otomasyon, mekatronik, endüstriyel ürün tasarımı gibi birçok alanda kullanılmaktadır.

2.2. VEKTÖREL ÇİZİM FORMATLARI

Vektörel çizim formatlarının en önemli özellikleri matematiksel ifadeler sonucunda çizimlerin yapılmasıdır. Sadece bu ifadelerin oluşturulması için gereken ifadeler ve bu çizimleri yaptırırken kullanılacak çizgi stilleri, çizim renkleri, çizim katmanları gibi özellikler de bu formatlara eklenir. Örneğin bir çizgi parçası için lazım olan temel veriler iki noktanın koordinatıdır veya bir çember için lazım olan temel veriler merkezinin koordinatı ve yarıçap büyüklüğüdür.

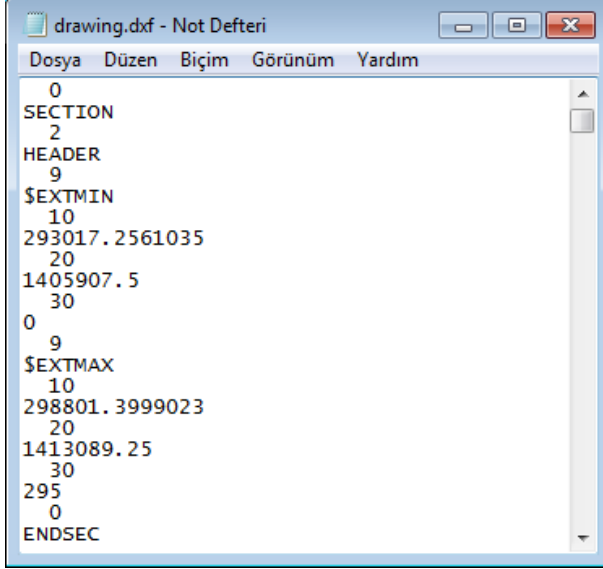
Birçok Vektörel çizim formatı mevcuttur. Yaygın olarak kullanılan ve uygulamamızda da kullanılan DWG ve DXF formatları aşağıda daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır. Bunların yanında sadece yapılmış çizimi gösterebilen veya çıktı almak için kullanılabilen DWF formatı da sık kullanılan bir çizim formatıdır. Autodesk tarafından geliştirilen DWF formatının mantığı PDF dosyalarındaki gibi olup; çizimi internet gibi ortamlarda yaymak, sadece göstermek veya çıktısını alabilmek olup çizime müdahale edilmesini engellemektir.

2.2.1. DXF Çizim Formatı (Drawing Exchange Format)

Drawing Exchange Format veya Drawing Interchange Format, Autocad ve diğer CAD programları arasında veri alışverişini sağlamak için Autodesk tarafından geliştirilen bir CAD veri dosya biçimidir. Başlangıçta AutoCAD 1.0 parçası olarak Aralık 1982 yılında piyasaya sürüldü, fakat DWG, Autocad programının resmi formatı olunca diğer programlar ile veri alışverişi sağlamak için DXF açık hale getirildi. Autodesk şirketi versiyon 13'ten versiyon 2012'ye kadar olan bütün sürümlerini sitesinden yayılıyor. DXF'nin versiyon 10'dan önceki sürümleri sadece ASCII formatı destekliyordu fakat sonraki formatlar hem ASCII hem de binary formatları desteklemektedir [10].

Bir DXF dosyası kod ve buna bağlı değer çiftinden oluşur. Grup kodları olarak ta bilinen bu kodlar onu takip eden değerini belirtir. Bu grup kodları ve değer çiftleri kullanılarak DXF dosyası bölümler halinde organize edilmiştir [11]. Normal

bir metin editörü ile DXF dosyası açılarak içeriği görüntülenebilir. Örneğin her grup 0 kodu ve onu takip eden SECTION yazısı ile başlar ve yine her grup 0 kodu ve onu takip eden ENDSEC yazısı ile biter. Basit bir yapısı olduğu ve metin formatında olduğu için birçok DXF görüntüleyici programı bulmak mümkündür. Şekil 2.1’de örnek bir DXF dosya kodunun sadece baş tarafı verilmiştir.



```
0
SECTION
2
HEADER
9
$EXTMIN
10
293017.2561035
20
1405907.5
30
0
9
$EXTMAX
10
298801.3999023
20
1413089.25
30
295
0
ENDSEC
```

Şekil 2.1. Örnek DXF kodları.

2.2.2. DWG Çizim Formatı (Drawing Format)

2D ve 3D çizim verilerinin depolanabildiği sayısal (binary) bir dosya formatıdır. Autodesk tarafından AutoCAD programının resmi dosya formatı olarak 1982 yılında lisanslanmıştır. Açık bir format olmadığı ve Autodesk tarafından açıklanmadığı için ayrıntıları net olarak bilinmemektedir. DXF’den daha güçlü ve daha komplike nesneleri desteklemektedir. Autodesk “RealDWG” adı ile ticari olmayan kuruluşlara DWG dosyalarını açma/kaydetme için bir kütüphane satmaktadır [13].

Birkaç yazılım şirketi ters mühendislik işlemleri ile DWG formatının içini açmaya çalışmışsa da en başarılı olan ODA (Open Design Alliance) komitesi olmuştur. 1998 yılında “OpenDWG Alliance” olarak kurulan ve ticari kar gözetmeyen bu organizasyonun dünya üzerinde 1200’ün üzerinde üyesi bulunmaktadır. SolidWorks,

IntelliCAD, ESRI, Caddie, Adobe, ZWSOFT gibi çok büyük CAD tasarımcısı ve Google, Oracle, Facebook, Siemens gibi birçok bilindik şirket DWG/DXF/DWF formatları için ODA kütüphanelerini kullanmaktadır [14].

Bu uygulamada DWG/DXF dosyalarını açma/kaydetme için ODA'nın kütüphaneleri kullanılmıştır.

2.3. ÇİZİM NESNELERİ

Vektörel çizim programlarında grafiksel olan ve olmayan nesnelere vardır. Örneğin tasarım için çizilen çizgi, yay ve çember gibi nesnelere grafiksel olan nesnelere dir. Fakat bu tasarımları biçimlendirmek için kullanılan çizim katmanları, çizgi stilleri, yazı stilleri gibi nesnelere de grafiksel olmayan nesnelere dir. Aşağıda grafiksel olmayan ve olan çizim nesnelere daha ayrıntılı bir şekilde açıklanmıştır.

2.3.1. Grafiksel Olmayan Nesnelere

Tasarımı biçimlendirmek için kullanılırlar. Aşağıdaki nesnelere grafiksel olmayan ve tasarımı biçimlendirmek için kullanılan nesnelere dir.

- Page: Çizimi sayfalara ayırmak için kullanılır.
- Layer: Çizimi katmanlara ayırmak için kullanılır.
- Linetype: Çizgi tiplerini biçimlendirmek için kullanılır.
- Block: Blok referansıdır; blok adı, tutma noktası ve içerdiği grafiksel nesnelere bulundurur.
- Multiline style: Çoklu çizgileri (paralel çizgileri) biçimlendirmek için kullanılır.
- Text style: Yazı stilleri için kullanılır.
- Dimension style: Ölçülendirme stilleri için kullanılır.

2.3.2. Grafiksel Nesneler

Çizgi, yay, çember, resim, tarama, vb gibi grafiksel olan çizim nesnelere dir. Hepsinin katmanı, rengi, çizgi tipi, çizgi kalınlığı gibi ortak özellikleri vardır. Aşağıdaki çizim nesnelere tüm çizim programlarında ortak grafiksel nesnelere dir:

- Point
- Line
- Arc
- Circle
- Ellipse
- Text
- Polyline
- Rectangle
- Multiline (parallel lines)
- Multiline Text
- Raster Image
- Block Insertion
- Hatch (Tarama)
- Dimension

Bunların yanında her program da programın amacına uygun özellikli nesnelere de vardır. Bunlar “Custom Entity” olarak isimlendirilirler.

2.4. GENEL ÇİZİM KOMUTLARI

Çizim programları çok fazla interaktif olduğu için genellikle komutlar ile çalışırlar, profesyonel tasarımcılar bir komutu çalıştırmak için genellikle klavyeyi kullanırlar. Bu yüzden çizim programlarının komut satırı vardır.

Çizim programlarında ortak olarak kullanılan komutlar üç ayrı gruba ayrılabilir. Bunlardan bazıları çizime yeni nesne eklemek için, bazıları yapılan çizimleri

düzenlemek için, bazıları da sadece görüntülemeler için kullanılan komutlarıdır. Örneğin “Line” komutu çizgi çizmek için, “Scale” komutu seçili nesnelerin ölçeğini değiştirmek için “Zoom Extend” komutu ise görüntüyü ekrana sığdırmak için kullanılır.

Çizim nesnelerinin her birini çizmek için birer komut vardır. Bunlar genellikle nesnenin bir veya iki harften oluşurlar. Örneğin Autocad programında “Line” komutu için “L”, “Polyline” komutu için “PL” harfleri kullanılır. Yine Autocad programının düzenleme komutlarından olan “Mirror” için “M”, “Rotate” için “R”, “Offset” için “O”, “Scale” için “SC”, “Stretch” için “S”, “Erase” için “E” harfi kullanılır.

Tasarlanan programda bu komut yapılarına uygun ve benzer davranış gösteren komutlar tasarlanmıştır.

BÖLÜM 3

UYGULAMA PROGRAMI (ETRCAD)

Elektrik iç tesisatlarının hızlı bir şekilde çizilmesi ve yapılan çizimlerden hesaplamaların otomatik olarak entegre edilmesi amacıyla tasarlanmaya başlandı. Bu proje kapsamında 3 farklı boyut dikkate alınarak bir tasarım işlemi yapılmıştır. Bunlar;

- Yasal mevzuata uygun hesaplamalar ve dokümantasyon
- Güncel çizimlerle uygun bir tasarım ve işlem
- Hız ve kolay kullanıma uygun programlama yaklaşımı

Bu kapsamda güncel çizim programları ile ilgili olarak aşağıdaki yaklaşım tarzı öngörülerek tasarım ve geliştirme işlemi yapılmıştır:

- Vektörel çizim yapılabilen,
- Komut ile çalışan,
- DWG/DXF dosyalarını açabilen,
- Elektrik mühendislerinin kullanmaya alıştığı Autocad programına benzeyen,
- Autocad komutlarından sık kullanılanlarına yer verilmesi.

3.1. GELİŞTİRME ORTAMI VE KULLANILAN ARAÇLAR

Bu programın çizim tabanı için Kolbasoft (www.kolbasoft.com) tarafından geliştirilen VECAD kütüphanesinin kaynak kodları kullanıldı. C++ ile geliştirilen güçlü bir çizim tabanı olan bu kütüphane bir dosyada 4 milyon nesne çizimine kadar desteklemektedir. Bu kütüphaneye tesisat çizimi amacına yönelik olarak çizim programlarında standart olmayan bazı çizim nesnelere ve bazı yeni komutlar eklendi.

Elektrik mühendislerinin sık kullandığı Autocad programına benzetmek için komut yapıları ve kullanımını yeniden düzenlenen kütüphane EtrCAD programının çizim tabanı olarak kullanıldı.

Programın görsel kısmı tamamen Microsoft Visual C# ile geliştirildi. Çizim işlemleri C++ ile yapılırken, hesaplamalar ve görsellik tamamen C# ile sağlandı. Çizim tabanının C++ ile geliştirilmiş olması hız ve performans için artı avantaj olarak değerlendirilebilir. Çünkü C# ile yazılan kodlar derlendikten sonra gerçek makine dili kodlarına dönüşmezler. MSIL koda dönüştürülür ve çalışma anında gerçek makine kodlarına CLR aracılığıyla dönüştürülürler. Fakat native C++ kodları derlenince doğrudan makine dili kodlarına dönüştürülür ve çalışması için bir aracıya ihtiyaç duymaz böylece çok daha hızlı çalışır.

Programın veri tabanı kısmı için; programın ve veri tabanının taşınabilir olması, her kullanıcıya özel olması ve verilerin güvenliği önemli olmadığı için Microsoft Access'in dosya formatı olan mdb yapısı kullanıldı.

3.2. NESNE HİYERARŞİSİ

Bilgisayar destekli tasarım bölümünde belirtildiği gibi çizim programında grafiksel olan ve olmayan nesnelere mevcuttur. EtrCAD programında aynı mantık gözetilerek çizim nesnelere tanımlanmıştır. Çizimi biçimlendirmek için kullanılan kodlar Şekil 3.1'de, temel çizim nesnesinin özelliklerinin verildiği kod parçası ise Şekil 3.2'de, verilmiştir.

```
class CTableRec {
    CTableRec* pNext;           // sonraki tablo
    CTableRec* pPrev;          // önceki tablo
    ULONG      ObjId;           // tablo ID

    DWORD      nRef;            // tablodaki nesne sayısı
    bool        bDeleted;       // silinmiş olup olmadığını kontrol eder
    TCHAR       szObjName[LEN_TABNAME]; // tablo adı
protected:
    void*       pDb;            // nesnenin içinde olduğu çizim dosyası işaretçisi
    ...
}
```

Şekil 3.1. Temel biçimlendirme sınıfı.

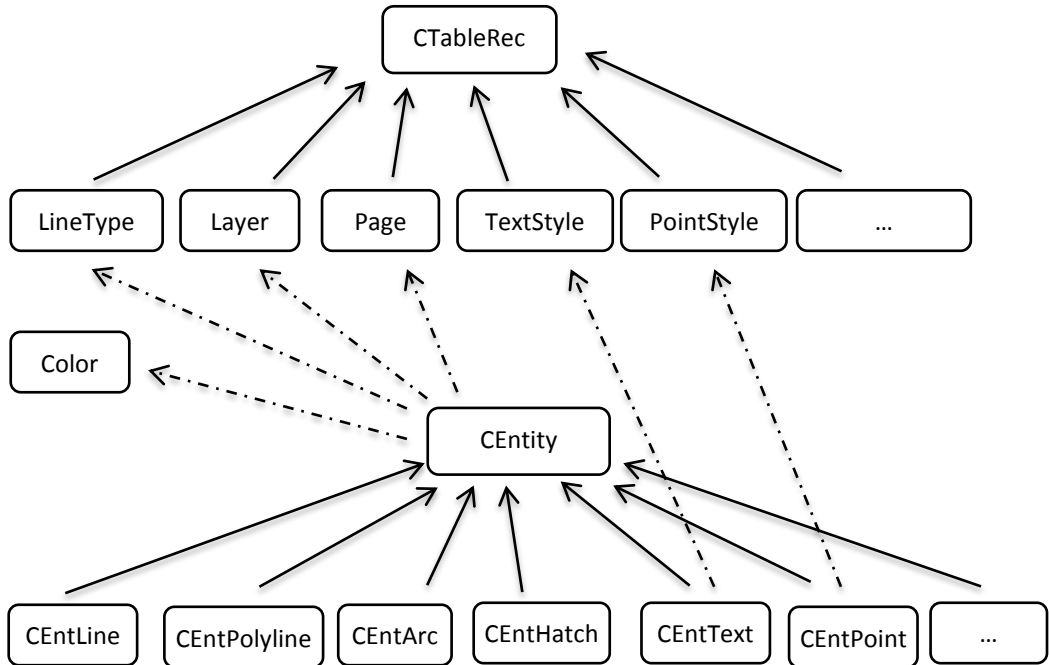
```

class CEntity {
    CEntity* pNext;    // sonraki nesne
    CEntity* pPrev;   // önceki nesne
    ULONG   ObjId;    // nesne ID
    BYTE    Type;     // Nesne tipi
    ULONG   idLayer;  // Layer (katman) ID
    ULONG   idLtype;  // Linetype (çizgi tipi) ID
    ULONG   idPage;   // Page (sayfa) ID
    short   iColor;   // Renk indeksi
    short   iBordColor; // Kenar çizgi rengi indeksi
    float   LtScale;  // Çizgi tipi ölçeği, Varsayılan 1.0.
    WORD    EntFlags; // Nesne durumu (flags)- seçili, silinmiş, görünmez, kilitli,...
    short   Lineweight; // Çizgi kalınlığı. varsayılan -1 (ByLayer)
    DWORD   UserData; // Kullanıcı verisi
    DWORD   ExDataSize; // Ekstra data büyüklüğü (byte)
protected:
    BYTE*   ExData;
    void*   pDb;     // nesnenin içinde olduğu çizim dosyası işaretçisi
...

```

Şekil 3.2. Temel çizim nesnesi özellikleri.

Grafiksel olan bütün çizim nesneleri CEntity sınıfından, Nesneleri biçimlendirmek için kullanılan ve grafiksel olmayan bütün çizim nesneleri de CTableRec sınıfından türetilmiştir. Çizim veri tabanı bir ilişkisel veri tabanı mantığı ile öngörülmuş olup aşağıda belirtilen hiyerarşik yapıyı barındırmaktadır. Düz çizgili oklar türetilme için, kesik çizgili oklar referans olma için kullanılmıştır.



Şekil 3.3. Çizim tabanı için nesne hiyerarşisi.

Her bir grafiksel nesne CEntity sınıfından türetildiği için her birinde CEntity sınıfının özelliklerin bulunması ile beraber sadece kendine ait özellikler de bulunmaktadır. Örneğin CEntLine (çizgi nesnesi) sınıfında CEntity sınıfının özellikleri ile beraber bir de geometrik çizgi nesnesinin özellikleri bulunmaktadır. Geometrik çizgi nesnesinde sadece başlangıç ve bitiş noktaları vardır.

3.3. DOSYA FORMATI (.ETR)

EtrCAD programı için tasarlanmış sayısal (binary) bir dosya formatıdır. Her hangi bir metin editörü ile içeriği değiştirilemez. Basit bir mantıkla kaydetme ve okuma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Kaydetmek için çizimde kullanılan grafiksel olan ve olmayan bütün nesne özellikleri ve çizimde kullanılan ve dosyaya bağlı diğer ayarlar sırasıyla diske yazılmakta, dosya açılırken de yine aynı sırada okunmaktadır. Aşağıdaki listede ETR dosya formatı sırasıyla verilmiştir. Diske yazmak veya okumak için bu format gözetilmektedir.

- Dosya numarası (versiyon)
- Dosya başlığı (genel bilgiler)
 - Sayfa görünüm ayarları
 - Grid ayarları
 - Yakalama ayarları (snapping)
 - Kullanılan Renk paleti
 - Nesne sayısı
- Sayfa bilgileri
- Katmanlar
 - Katmanlardaki her bir nesne (örnek olarak bir Line nesnesinin kaydedilmesi için Şekil 3.4'teki koda bakınız.)
- Çizgi tipleri
- Yazı stilleri
- Nokta stilleri
- Ölçülendirme stilleri
- Blok kayıtları

- Çoklu çizgi stilleri
- Geçerli tablo referansları
 - Aktif katman referansı
 - Aktif çizgi tipi referansı
 - Aktif yazı tipi referansı
 - Aktif nokta stili referansı
 - Aktif renk indeksi
 - Aktif çizgi kalınlığı
 - Aktif sayfa referansı
 - Aktif çoklu çizgi referansı
- Varsa kullanıcı bilgileri (ekstra bilgi eklemek için kullanılabilir)
- Varsa açıklamalar

3.3.1. ETR Formatında Kaydetme ve Okuma

ETR dosyasına yazarken veya ETR dosyasından okurken yukarıdaki format listesi gözetilmektedir. Bilgiler hangi sırada yazılmışsa kesinlikle aynı sırada okunmalıdır. Şekil 3.4’te bir çizgi nesnesinin dosyada kaydedilmesi ile dosyadan okunması kodları örnek olarak verilmiştir. Örnek kodlarda görüldüğü gibi dosyaya hangi sırada yazılmış ise dosyadan okuma da aynı sırada yapılmaktadır.

3.4. DWG DOSYASI AÇMA/KAYDETME

Dwg dosyalarını açmak ve kaydetmek için Open Design Alliance komitesinin “Teigha for .dwg files” kütüphanesi kullanılmaktadır [21]. Dwg dosyasından okumak veya dwg dosyasına yazmak için etr formatı gibi formatın içeriğini veya nesnelerin kayıt sıralarını bilmemizin herhangi bir önemi yoktur. Çizim nesnelere işaret eden bir işaretçi döndüren “ReadFile” adında bir fonksiyon ile çizim dosyası açılır ve bilgisayarın belleğine yüklenir. Bundan sonra işaretçiden “GetLayer”, “GetTStyle” gibi fonksiyonlar ile çizim biçimlendirmede kullanılan tablolar, daha sonra çizim nesneleri okunmaktadır. Dwg olarak kaydederken de tersi bir şekilde; çizim veri tabanına işaret eden bir işaretçi oluşturulur. Bunu hazır kütüphane “CerateDatabase”

adında bir fonksiyon yapar. Çizimde kullanılan bütün nesnelere örneğin “SetLayer”, “SetTStyle” gibi hazır fonksiyonlar ile ayarlanır ve “WriteFile” adında bir fonksiyon ile DWG dosyasına kaydedilir. Buradaki bütün işlemleri “Teigha for .dwg” kütüphanesi yapar. Bütün bu işlemleri yapmak için Kütüphane içinde dwg dosyalarının nasıl okunacağı ve nasıl kaydedileceği ile ilgili örnek kodlar Open Design Alliance komitesi tarafından eklenmiştir.

```
// Line çizim nesnesinin diske yazılması
BOOL CEntLine::Write (CEtrStream* pVS) const
{
    if (WriteBase( pVS ))                // tüm nesnelere olan tablo referanslarını yazdır
                                        // (temel nesne özellikleri)

        if (pVS->WriteBYTE( SubType )) // çizgi tipini yazdır (doğru parçası, ışın, doğru)
            if (pVS->WriteDouble( Line.pt0.x )) // başlangıç x koordinatını yazdır
                if (pVS->WriteDouble( Line.pt0.y )) // başlangıç y koordinatını yazdır
                    if (pVS->WriteDouble( Line.pt0.z )) // başlangıç z koordinatını yazdır
                        if (pVS->WriteDouble( Line.pt1.x )) // bitiş x koordinatını yazdır
                            if (pVS->WriteDouble( Line.pt1.y )) // bitiş y koordinatını yazdır
                                if (pVS->WriteDouble( Line.pt1.z )) // bitiş z koordinatını yazdır
                                    return TRUE;
                                return FALSE;
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
}

//-----
// Line çizim nesnesinin diskten okunması
BOOL CEntLine::Read (CEtrStream* pVS)
{
    if (ReadBase( pVS ))                // tüm nesnelere olan tablo referanslarını oku
                                        // temel olan bu özellikler Kod 1'de verilmiştir.

        if (pVS->ReadBYTE( &SubType )) // çizgi tipini oku (doğru parçası, ışın, doğru)
            if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt0.x) )) // başlangıç x koordinatını oku
                if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt0.y) )) // başlangıç y koordinatını oku
                    if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt0.z) )) // başlangıç z koordinatını oku
                        if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt1.x) )) // bitiş x koordinatını oku
                            if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt1.y) )) // bitiş y koordinatını oku
                                if (pVS->ReadDouble( &(Line.pt1.z) )) // bitiş z koordinatını oku
                                    return TRUE;
                                return FALSE;
                            }
                        }
                    }
                }
            }
        }
}
}
```

Şekil 3.4. ETR formatında kaydetme ve okuma.

3.5. MALZEME VERİTABANI

EtrCAD programı için hazırlanan veri tabanı; kablolar, aydınlatma ve malzemeler olarak üç ana gruba ayrıldı. Aydınlatma malzemelerinin diğer malzemelerden ayrılmasının sebebi; aydınlatma işlemlerin geniş ve farklı bir mantığa sahip olmasıdır. Malzemeler de yine kendi arasında kuvvetli akım, zayıf akım, ek malzeme, aparatlar ve sembolik malzemeler olmak üzere beşe ayrıldı. Aydınlatma da

kendi arasında lambalar, armatürler ve mahaller olmak üzere üçe ayrıldı. Böyle bir organizasyonunun yapılması hem veri tabanını daha basit hem de daha anlaşılır yapmak için kullanıldı. Çizimde malzeme gösterimi daha farklı olduğu için farklı gruptaki malzemeler aynı çizim grubuna dâhil olabileceği için çizim için farklı malzeme türleri oluşturuldu. Bu konu malzeme gösterimi kısmında anlatılmıştır.

3.5.1. Kablolar

Kablolar kuvvetli akım ve zayıf akım kabloları olmak üzere iki temel gruba ayrılırlar. Kuvvetli akım kabloları da tek damarlı ve çok damarlı olmak üzere kendi içinde iki alt gruba ayrılırlar. Kuvvetli akım kablolarının karakteristik özellikleri; akım taşıma kapasiteleri ve öz iletkenlik katsayılarıdır. Akım taşıma kapasitesi kablo kesitine bağlıdır. Örneğin 2,5 mm² tek damarlı bakır kablonun akım taşıma kapasitesi normal şartlar altında 20 amperdir.

Çizelge 3.1. Kabloların akım taşıma kapasitesi ve sigorta akımları.

Nominal Kesit	Grup 1 Bakır İletken		Grup 2 Bakır İletken		Grup 3 Bakır İletken	
	Sürekli Akım	Sigorta Akımı	Sürekli Akım	Sigorta Akımı	Sürekli Akım	Sigorta Akımı
mm ²	A	A	A	A	A	A
0.5	7	-	9	-	12	-
0.75	9	-	12	6	15	10
1	11	6	15	10	19	10
1.5	15	10	18	10	24	20
2.5	20	16	26	20	32	25
4	25	20	34	25	42	35
6	33	25	44	35	54	50
10	45	35	61	50	73	63
16	61	50	82	63	98	80
25	83	63	108	80	129	100
35	103	80	135	100	158	125
50	132	100	168	125	198	160
70	165	125	207	160	245	200
95	197	160	250	200	292	250
120	235	200	292	250	344	315
150	-	-	335	250	391	315
Grup 1: Boru içinde bir veya birden fazla tek damarlı kablolar Grup 2: Hareketli yerlerde kullanılan dış kılıflı birden fazla damarlı kablolar Grup 3: Ana enerji tabloları ve dağıtım tablolarında, açıkta ve cihazların irtibatlarında kullanılan tek damarlı kablolar						

Öz iletkenlik katsayısı kablonun malzeme türüne göre belirlenmiştir. Öz iletkenlik katsayısı bakır için 56, alüminyum 35 m/Ω.mm²'dir [22]. Öz iletkenlik katsayısı kullanılan kesitin üzerine düşen gerilim hesaplamasında kullanılmaktadır. Malzemeler arasındaki kablo bağlantıları için seçilen kesitler geçecek akıma ve gerilime bağlıdır. Çizelge 3.1'de kablo grupları için kesitlerin akım taşıma kapasiteleri ve sigorta akımları verilmiştir [22].

Kablo gösterimleri genel olarak 3x2.5 mm² NYA veya 3x16+10 mm² NYY gibi şekillerde gösterilir. “NYA” tek damarlı, “NYY” çok damarlı kablo grupları için kullanılan isimlerdir. Örneğin birinci örnek olan 3x2.5 mm² NYA, genel priz hatlarında kullanılabilen tek damarlı kablo olup 3 ayrı kablonun beraber kullanılması anlamına gelir. Bunlardan her birisi 2.5 mm² lik kesitlere sahiptir. Böyle bir durumda bu kablolardan biri faz, biri nötr ve diğeri de topraklama hattı için kullanılır. İkinci örnek olan 3x16+10 mm² NYY ise dağıtım panolarında veya gücü yüksek olan bir sanayi prizinde kullanılabilir. “NYY” grubundan olan bu kablo 4 damarlıdır ve ilk üç damar 16 mm², dördüncü damar ise 10 mm²'lik kesite sahiptir. İlk üç damar faz için, ince olan damar ise nötr için kullanılmaktadır. Bu kablo için akım taşıma kapasitesi 16'lık kesit üzerinden değerlendirilmektedir. Çünkü faz akımları için 16'lık kesitler kullanılmaktadır. Şekil 3.5'de kablo gösterimleri şekil üzerinde ifade edilmiştir.



Şekil 3.5. Kablo gösterimleri.

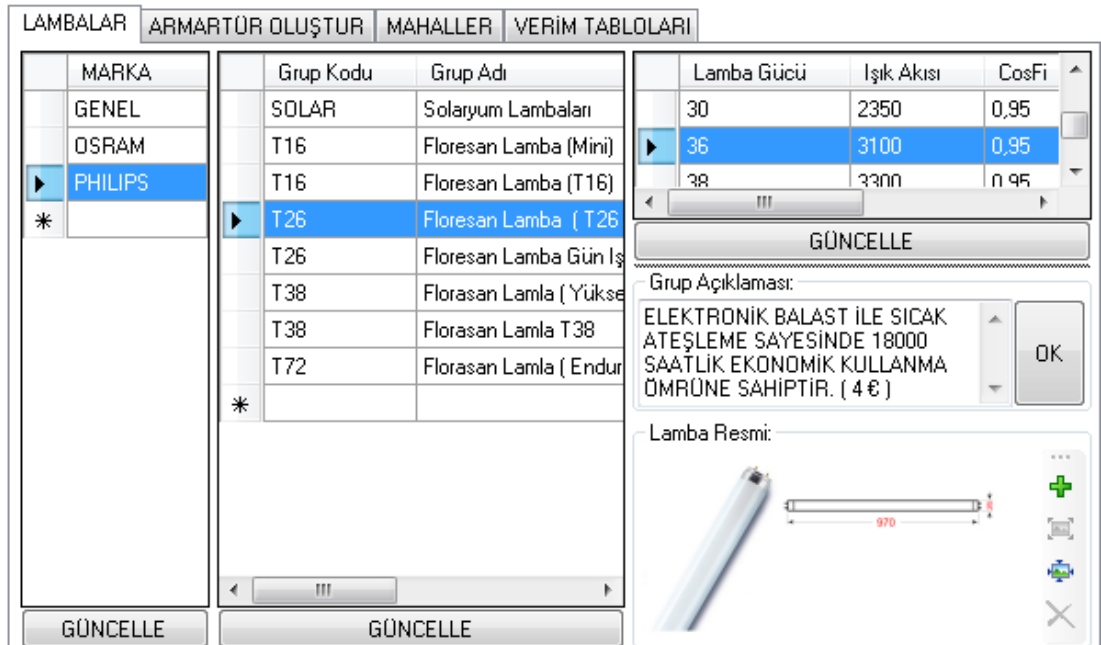
Kuvvetli akım kablolarının yanında zayıf akım için kullanılan telefon, data, televizyon kabloları gibi kablolar da veri tabanına eklenmiştir. Bunlar zayıf akım tesisat çiziminde yerine göre kullanılmaktadırlar.

3.5.2. Aydınlatma Malzemeleri

Aydınlatma veri tabanı genel olarak lambalar, armatürler ve mahaller olmak üzere üç ana gruba ayrılmıştır. Lambalar kısmında lambaların eklenmesi ve özelliklerinin ayarlanması, armatürler kısmında lambalar kullanılarak armatür oluşturma, mahaller kısmında ise mahaller eklenerek bu mahallerde oluşturulan armatürlerin kullanımı için gerekli ara yüzler tasarlanmıştır.

3.5.2.1. Lambalar

Lambalar markalarına ve karakteristik özelliklerine göre göre gruplandırılmışlardır. Her markada farklı lamba grupları ve her grupta farklı güç ve ışık akılarında aynı tipten lambalar bulunmaktadır. Lambalar için ışık akısı ve lamba gücü önemli iki faktördür. Lambanın gücü tesisatın toplam gücüne etki eder. Tesisatın gücü kablo kesitlerinden, şalter ve sigortalara kadar tesisatta kullanılan birçok malzemeyi, dolayısıyla proje maliyetini etkilemektedir. Bu yüzden doğru hesaplamalar için lamba güçleri doğru bir şekilde girilmelidir. Işık akısı ise aydınlatma hesaplamalarında kullanılmaktadır.



Şekil 3.6. Lamba organizasyonu.

Aydınlatma hesaplamalarında doğru lambanın seçilebilmesi için ışık akılarının doğru girilmesi önemli bir etkidir. Şekil 3.6'de lamba organizasyonu gösterilmiştir. Veri tabanına 130'un üzerinde lamba grubu ve her gruptaki farklı güçlere göre toplamda 400'e yakın lamba türü; resimleri, kullanım alanları ve fiyatları ile beraber eklenmiştir.

3.5.2.2. Armatür Taslakları ve Armatür Oluşturma

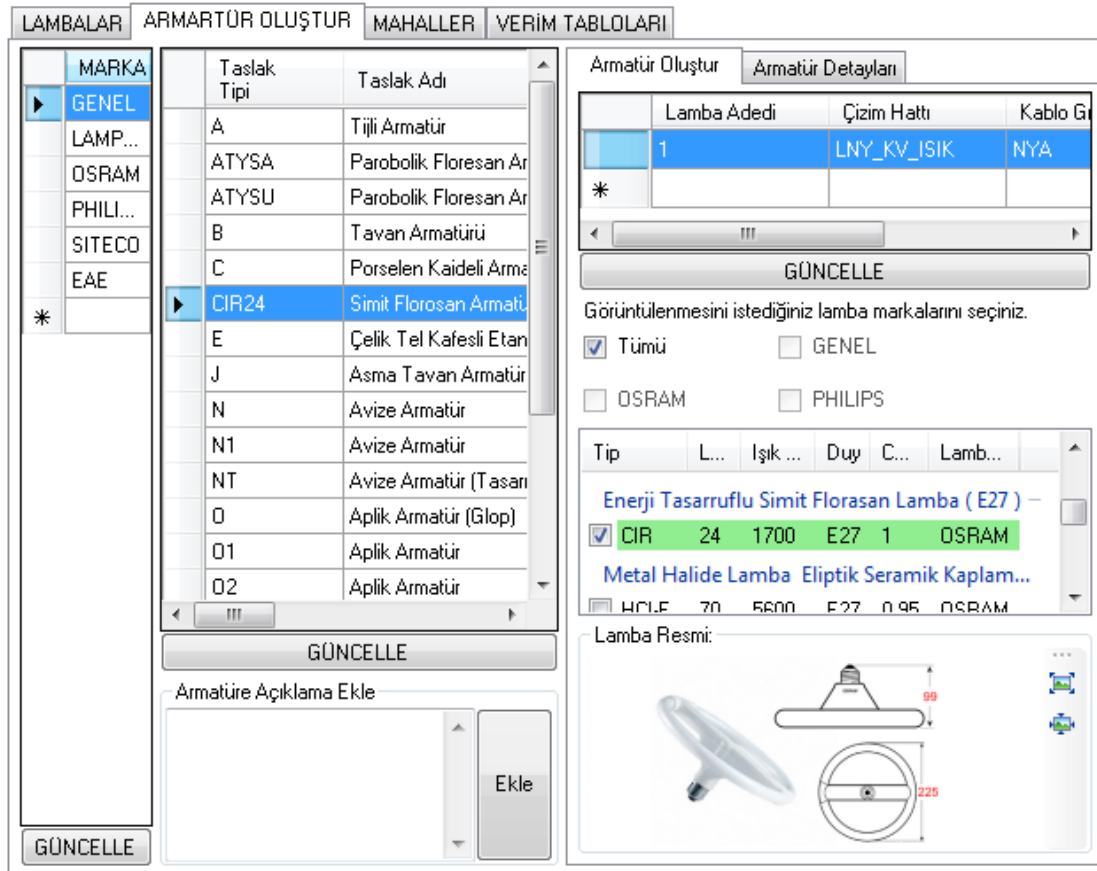
Programda armatürleri tanımlamak için "armatür taslakları" ismi ile bir kavram oluşturulmuştur. Armatür taslağı; oluşturulacak bir armatür grubunun taslağını oluşturmaktadır. Örneğin avize armatür için "Avize Armatür" ismi ile bir taslak oluşturulmuştur. Her armatür taslağında lamba sayılarına göre alt taslaklar oluşturulmuştur. Örneğin avize armatürler 3'lü, 5'li, vb. şeklinde olabilirler. Armatür taslaklarının en önemli özellikleri taslak duydur. Çünkü armatür taslakları için seçilen duya göre lamba seçilebilecektir. Armatür taslakları piyasada güncel olarak kullanılan armatür tiplerinden seçilmiştir. Bu amaçla armatürler markalarına göre gruplandırılacak şekilde tasarlanmıştır.

Program veri tabanı piyasaya yeni çıkan bir armatürün programa kolaylıkla eklenebileceği bir yapıdadır. Armatür oluşturmak için her hangi bir marka adı yazılır veya var olan bir marka grubu seçilir. Bu markanın altında bir armatür taslağı oluşturulur. Örneğin "Simit Floresan Armatür" oluşturulacaksa taslak tipi CIR24 olarak yazabiliriz. Taslak adı yazıldıktan sonra taslağın tij boyu (tavana asma mesafesi) ve bu taslağa uygun olan duyu grubu belirlenir. Taslak duyu armatürlere uygun lamba seçmek için filtre işlevi yapar. Örneğin piyasada sık kullanılan armatür lambaların duyu E27 olarak bilinir. Bir armatür grubunda birden fazla duyu türü kullanılabilir. Taslağın duyu grubu seçildikten sonra taslakta kaç lamba yer alacağı belirtilerek alt taslaklar oluşturulur. Örneğin avize armatür oluşturulurken 3, 4, 5 lambalı armatürler oluşturulabilmesi için lamba adetleri belirtilir. Simit floresan armatüre sadece simit floresan lamba takılacağı için lamba adedi 1 yazılır. Daha sonra çizimde kullanılacak besleme hattı, besleme kablo grubu ve bu armatürü kontrol edecek anahtar seçildikten sonra alt taslak oluşmuş olur. Alt taslak

oluşturulduktan sonra her alt taslağa uygun lambalar işaretlenir. Bu işaretleme ile armatür otomatik olarak oluşturulup veri tabanına eklenir.

Armatür oluşturulurken armatür kodu otomatik olarak oluşturulmaktadır. Örneğin NT-2X23W(TS27) kodunda “NT” taslak grubunu, “2X23” iki adet güçleri 23 watt olan lambayı, “TS27” ise lamba grup kodunu ifade etmektedir. Bu durumda armatür ismi verilen kodlara göre “iki kollu tasarruflu avize armatür” olup her bir lambası 23 W tasarruflu lambalardan oluşmuş demektir.

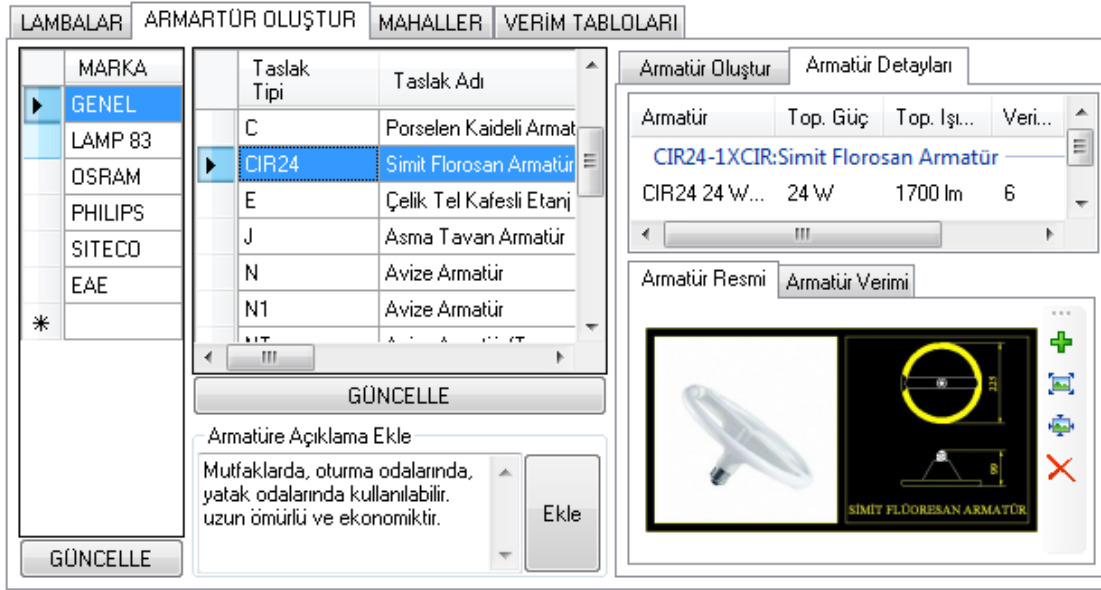
Armatür taslakları için seçilecek lambaların taslağa uygun olup olmadığına bakabilmek için lambaların gerçek resimleri ve ölçüleri programa eklenmiştir. Lamba seçerken taslak için görünmesi istenilen lambalar duy uygunluğuna göre otomatik olarak filtrelendiği gibi istenirse markaya göre de filtrelenebilir. Şekil 3.7’de örnek armatür oluşturma gösterilmiştir.



Şekil 3.7. Armatür taslakları ve armatür oluşturma.

Genel olarak kullanılan armatürler genel grubunda oluşturulmuştur. Bunlar tüm elektrik mühendislerinin genel projelerde ortak olarak kullandığı armatürlerdir. Bu armatürler istenirse farklı markalarda da oluşturulabilirler.

Oluşturulan armatür detaylarına bakmak için armatür detayı sekmesine geçilir. Burada oluşturulan her armatüre ayrı ayrı armatür resmi eklenebilir. Şekil 3.8’de örnek olarak simit floresan armatürün detay özellikleri verilmiştir.



Şekil 3.8. Örnek armatür detayı.

Her armatürün karakteristik özelliğine göre aydınlatma verim tablosu vardır. Bu verim tabloları armatür üreticisi firmalar tarafından her armatür için oluşturulan “armatür ışık şiddeti eğrilerinden” çıkarılan verilerdir. Üncü ve Gürdal bir ışık kaynağının ışık şiddet eğrilerini bilgisayar yardımı ile elde edebilen bir sistem geliştirmişlerdir. Bu sistem ile piyasada bulunan çeşitli firmaların lamba ve armatür tiplerinin ışık şiddet eğrileri çıkartabilmektedir. Işık şiddet eğrisi bir armatürün fotometrik özelliklerini veren göstergedir. Bu eğri yardımı ile armatüre ihtiyaç duymadan armatürün fotometrik dağılımı elde edilebilir. Böylece ışık şiddet eğrisi çıkartılan armatürün bir mekân içindeki aydınlık düzeyi, armatür mekâna yerleştirmeden bulunarak en iyi aydınlatma verim hesabı yapılabilir [23].

Programda her oluşturulan armatüre verim tablosu eklenmesi zorunludur. Bunun için armatür verimi sekmesine geçilerek mahal indeksi ve mahal yansıtmalarına uygun verim değerleri girilir. Aydınlatma verim tablosu doğru aydınlatma hesaplamaları için önemlidir. Normalde her armatür için verim tablosu verileri ayrıdır. Fakat bu veriler girilmezse oluşan armatür için EMO'nun varsayılan aydınlatma verim tablosu kullanılacaktır.

3.5.2.3. Mahaller ve Armatür Kullanımı

Mahaller yapı gruplarına ve yapı grupları içerisindeki oda türlerine göre gruplanmıştır. Her yapı grubunun içindeki her bir kullanım alanı için istenen minimum aydınlatma seviyesi elektrik mühendisleri odası tarafından belirlenmiştir. Çizelge 3.2'de bu değerlerden bazıları verilmiştir [22].

Çizelge 3.2. En az aydınlık düzeyleri tablosundan bir kısım.

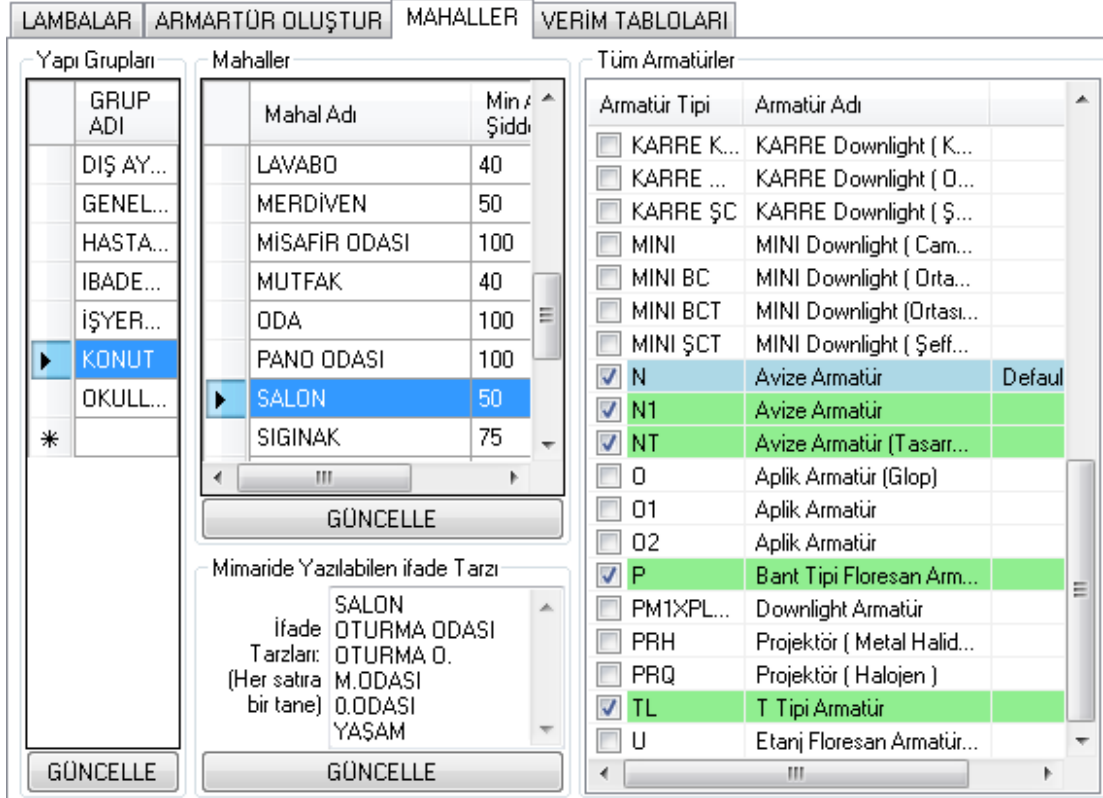
YER	Lux	YER	Lux
KONUTLAR		HASTANELER	
Oturma Odaları, Yatak Odaları	50	Doktor Odaları	100
Mutfaklar	125	Çalışma masaları	400
Giriş holü, merdivenler, çatı katı, ambar, garajlar	50	Dispanser	
BÜROLAR		Genel aydınlatma	150
Resim büroları, kadastro, harita	2500	Dispanser masaları	400
Projeler, teknik resim, mimari	750	Yedek odalar	150
Dekoratif resim ve krokiler	500	Toplantı odası	100
Yönetim büroları	250	Laboratuvarlar	
Bekleme salonları	150	Araştırma salonları	250
Konferans salonları	200	Çalışma masaları	400
Kantinler	150	Tanı ve terapi odaları	250
OKULLAR		Tanı masası	500
Yuvalar, anaokulları	100	Operasyon odası	500
Sınıflar	200	Operasyon masası	20000
Spor salonları	100	Sterilizasyon odası	400
İlkokullar, sınıflar	250	X rayonu servisi	80
Deney sınıfları	300	Dişle ilgili servis, büro için	250
Toplantı salonu	150	Hasta koltuğu	5000
İlk ve ortaokul düzeyindeki teknik okullar		WC	50
Sınıflar	250	Doğum Servisi	
Resim sınıfları	400	Annelerin yatakları	5000
Atölyeler	250	Çalışma salonu (genel aydınlatma)	250
SİNEMALAR		Çocukların odası	100
Giriş ve kasa	200	Bekleme salonları	100
Fuaye	50	Hastaneler için özel odalar	50
Salon	100	Yatak aydınlatması	200

Çizelge 3.2. (devam ediyor).

YER	Lux	YER	Lux
MAĞAZALAR		HOTEL VE RESTORANLAR	
Vitrinler	1000	Banyolar	100
Satın alma merkezleri(genel aydınlatma)	1000	Aynalar(ek aydınlatma)	200
Spotla ek aydınlatma	5000	Hol ve merdivenler	50
Diğer yerlerde (genel aydınlatma)	500	Mutfaklar	250
Spotla ek aydınlatma	2500	Odalar	50
Mağaza İç Mekanı		Yatak ucu aydınlatması	150
Büyük mağazalar	500	Büro masası	200
Büyük kentlerin ticaret merkezleri	500	Tuvalet masası	150
Diğer yerler	250	Önemli Mekânlar	
MÜZELER	150	Konferans salonları	75
Tablolar(bölgesel aydınlatma)	200	Platform	200
Heykel ve diğer nesnelere	400	Sergileme ve tanıtımlar	150
TİYATROLAR		Salonlar	50
Giriş ve fuaye	200	Restoranlar	75
Salon	50	Barlar	75
Orkestra yeri	100	İBADETHANE	80

Bu değerler standart olarak olması istenen minimum değerleri ifade etmektedir. Özellikle konut projelerinde bu değerler tavsiye edilen değerleri ifade etmektedir ve tasarımcıları bağlamazlar. Bu değerlere daha çok okullar, hastaneler gibi umumi mekânlar için uyulması zorunludur.

Eklenen mahaller için ifade tarzlarının belirtilmesi aydınlatma tasarımı yapılırken otomatik mahal tanınması için önemlidir. Program ile aydınlatma tasarımı yapılırken aydınlatılacak bölge içinde bu ifadelerden biri veya bir kısmı görüldüğü zaman mahallin hangi mahal olduğu tanımlanmaktadır. Veri tabanına eklenen mahaller istenen minimum aydınlatma değerleri ayarlandıktan sonra bu mahallerde kullanılabilen armatür tipleri seçilir. Bunlardan bir tanesi varsayılan olarak ayarlanmaktadır. Varsayılan olarak ayarlanan armatür hızlı aydınlatma modunda kullanılır. Örneğin Şekil 3.9’da “konut” grubundan “salon” isimindeki mahal için istenen minimum aydınlatma değeri 50 lüx olarak ayarlanmış ve ifade tarzları listedeki gibi verilmiştir. Bu mahal için kullanılabilen armatür tipleri işaretlenmiş ve “Avize Armatür” varsayılan olarak işaretlenmiştir.



Şekil 3.9. Mahaller, ifade tarzları ve kullanılan armatürler.

3.5.3. Elektrik Malzemeleri

Program için elektrik malzemeleri; kuvvetli akım malzemeleri, zayıf akım malzemeleri, ek malzemeler, sembolik malzemeler ve aparatlar olmak üzere beş ayrı gruba ayrılmıştır.

Veri tabanına eklenen her malzemenin Bayındırlık Bakanlığı resmi fiyatı ve markasına göre piyasa fiyatları girilebilir şekilde ayarlanmıştır. Böylece proje çizimi sonucunda kullanılan malzemelerin fiyatları kullanılarak proje maliyeti çıkarılabilmektedir. Bayındırlık Bakanlığı resmi fiyatları ile resmi ihalelere teklif verilebilmesi amaçlanmıştır.

Malzeme grupları paneller şeklinde tanımlanmıştır. Bu paneller programda kullanılacak araç çubuklarına dönüştürülmektedir. Elektrik malzemeleri gruplarına

göre ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Şekil 3.10'da elektrik malzemeleri veri tabanından bir kısmı gösterilmiştir.

Elektrik Malzemeleri			Malzeme Kullanımı	Malzeme Beslemeleri			
Malzeme Panelleri							
Panel Adı	Malzeme Cinsi	Araç Çubuğund Görünsün mü?					
TABLO	KUVVETLI_AKIM	<input checked="" type="checkbox"/>					
PRIZ	KUVVETLI_AKIM	<input checked="" type="checkbox"/>					
ANAHTAR	EK MALZEME	<input checked="" type="checkbox"/>					
GÜNCELLE							
MALZEME EKLE -- PRIZ -- KUVVETLI_AKIM							
Kodu	Blok Kodu	Ayrıntı	Etiket	Duvar Entegre ?	Sembol Tipi	Güç	C
PRZ_FRN	PRZ_NRM	Fırın	F	<input checked="" type="checkbox"/>	PRIZ	2000	0,
PRZ_NRM	PRZ_NRM	Normal Priz		<input checked="" type="checkbox"/>	PRIZ	300	0,
PRZ_SNY	PRZ_SNY	Sanayi Prizi		<input checked="" type="checkbox"/>	PRIZ	300	0,

Şekil 3.10. Elektrik malzemeleri veri tabanından bir kesit.

3.5.3.1. Kuvvetli Akım Malzemeleri

Kuvvetli akım malzemeleri gücü olan, farklı voltajlara göre çalışıp akım çeken malzemelerin grubuna denilmektedir. Bu gruba prizler, motorlar ve dağıtım tabloları gibi malzemeler dâhil edilmiştir. Dağıtım tablolarının gerçekte kendi güçleri yoktur ancak dağıttığı toplam güç kendi gücü olarak ifade edilmektedir.

Kuvvetli akım malzemeleri grubun ayırt edici özellikleri malzemelerin güç, volt, akım, verim gibi özelliklerinin olmasıdır. Bu özellikler kullanılarak hesaplamalar sonucunda malzemeler arası uygun kablo kesitleri ve bu kesitleri koruyacak uygun şalter veya sigortalar seçilmektedir. Bu gruptaki her bir elemanın alt grubu bulunmaktadır. Örneğin çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın gibi elektrik malzemeleri priz grubuna dâhil edilmiştir. Yine asansörler, su pompaları gibi malzemeler motorlar grubuna dâhil edilmiştir. Dağıtım tablolarında ise ana dağıtım ve sayaç tabloları, kat dağıtım tabloları, kat tali tabloları gibi dağıtım tabloları girerler.

3.5.3.2. Zayıf Akım Malzemeleri

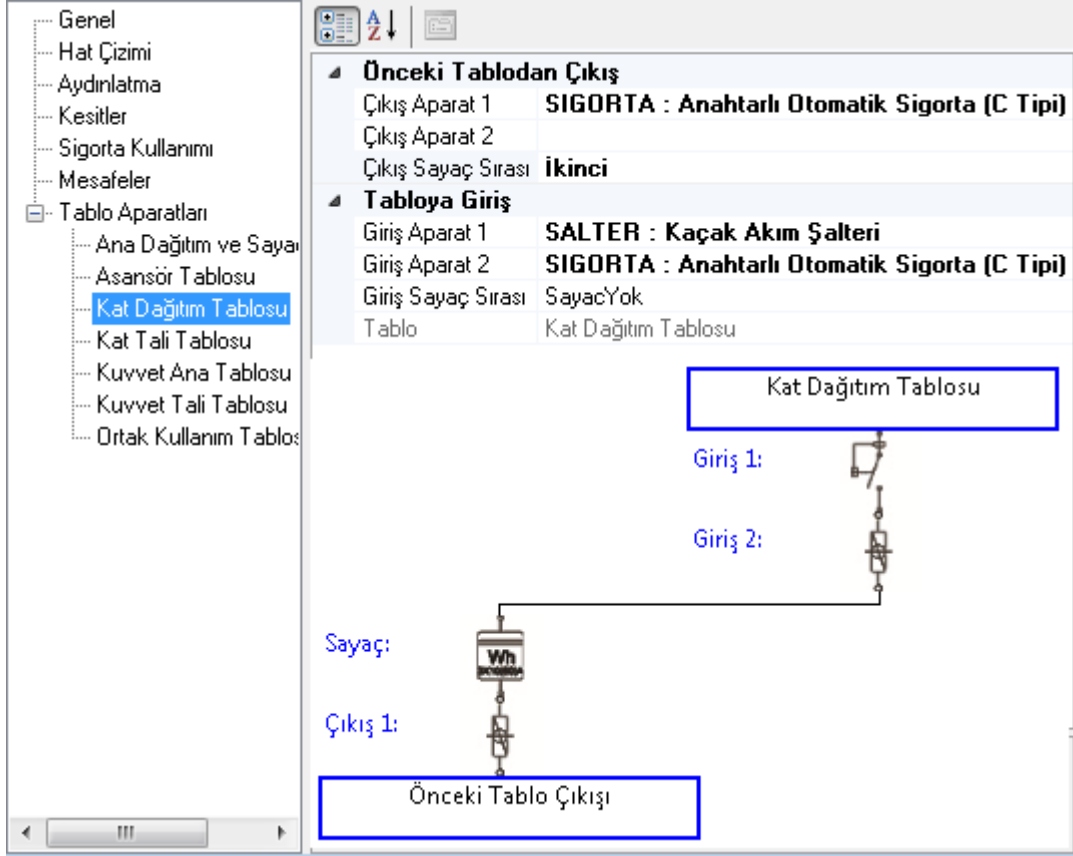
Zil, telefon, televizyon, yangın ve data gibi ayrı gruplara ayrılmıştır. Her hangi bir elektriksel güçlerinin olmadığı kabul edilmektedir. Sadece zil terminalinin gücü vardır, o yüzden o da kuvvetli akım grubuna dâhil edilmiştir. Zayıf akım tesisatı projelerde ayrı olarak çizilmektedir. Hangi kablo türü ve kesitinin kullanılacağı ve varsa aparatları program tarafından şimdilik hesaplanmamaktadır. Sadece kaç adet kullanıldıkları, bağlantı için kaç metre kablo gerektiği gibi işlemler maliyet hesaplamalarına dâhil edilmektedir.

3.5.3.3. Ek Malzemeler & Sembolik Malzemeler

Programda ek malzemeler çizimde gösterilen ancak herhangi bir hesapta kullanılmayan, gücü olmayan anahtar, buat (bağlantı noktaları) gibi elemanlara verilen isimdir. Sembolik malzemeler; gerçekte buat olan ancak çizimde yukarıya/aşağıya şeklinde gösterilen ve katlar arasında hat yönlendirmelerinde kullanılan şekillere verilen isim olarak tanımlanmıştır. Sembolik malzemelerin sembolleri kullanıcı tarafından belirlenebildiği için malzeme olarak tanımlanmıştır.

3.5.3.4. Aparatlar

Aparatlar tesisat çizimde gösterilmeyen ancak hesaplamalar sonucunda ve kolon şeması çiziminde ortaya çıkan şalter, sigorta, sayaç, kontaktör, termik röle gibi malzemelerin genel adına verilen isimdir. Aparatlardan şalterler grubuna; kaçak akım şalterleri, yangın şalterleri, termik manyetik şalterler gibi şalter türleri, sigortalar grubuna; anahtarlı otomatik sigortalar ve bunların türleri, bıçaklı sigortalar, sayaçlar grubuna da tesisatın fazına göre sayaç türleri eklenmiştir. Programda aparatlar dağıtım tablolarında kullanılmaktadır. Dağıtım tablolarının girişlerine giriş aparatları, önceki dağıtım tablosundan çıkan besleme kablosunun önüne konulan aparatlara da çıkış aparatları denilmektedir.



Şekil 3.11. Dağıtım tablolarında aparat kullanımı.

Şekil 3.11’de “Kat Dağıtım Tablosu” için kullanılan giriş ve çıkış aparatları gösterilmiştir. Seçilen bu aparatlar kat dağıtım tabloları için varsayılan aparatlar olarak kullanılacaktır. Projenin özelliklerine göre kullanım sıraları ve türleri her tablo için değiştirilebilmektedir. İlk başta parametrik olarak tablo türleri için ayrı ayrı belirlenmiş bu aparatların amperleri hesaplamalar sonucunda belli olmaktadır.

3.6. MALZEMELERİN ÇİZİM ORTAMINDA GÖSTERİMİ

Programda malzeme gösterimi; kablo gösterimleri ve malzeme gösterimleri olarak ikiye ayrılmıştır. Kablo gösterimleri hat çizimi olarak da isimlendirilir. Malzeme gösterimleri ise CAD programlarındaki blok şekiller ile gösterilmiştir.

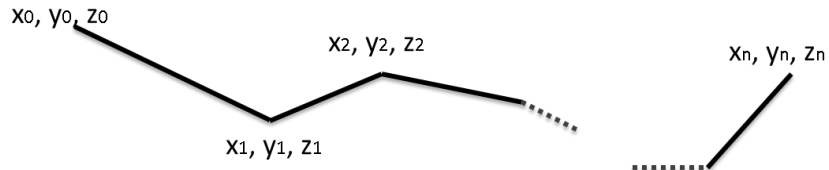
3.6.1. Kablo Oluşturma ve Hat Gösterimi

Kablo çizimleri programda hat olarak isimlendirilmiş olup sadece çizgi şeklinde gösterilmektedir. Kablo türüne göre çizgi kalınlıkları çıktıda farklılaşacak şekilde ayarlanmıştır. Örneğin varsayılan değer olarak tablo beslemeleri için kullanılan çok damarlı kablolar 0.60 mm, ışık sortileri için kullanılan kablolar 0.25 mm, diğer kuvvetli akım kabloları 0.40 mm genişliğinde ayarlanmıştır. Tasarımcı isterse bu kalınlıkları değiştirebilecektir. Tesisat çizimlerinde kuvvetli akım kablolarının çizimi genellikle sürekli çizgi şeklinde çizgiler ile gösterilir, zayıf akım kabloları ise genellikle kesikli veya noktalı çizgiler ile gösterilirler. Bu yüzden programa farklı çizgi türleri ile çizim yapabilme kabiliyeti eklenmiştir. Tasarımın daha anlaşılır ve okunabilir olması için farklı kablo çizimlerinin çizgi türleri, kalınlıkları ve renkleri farklılaştırılmıştır. Uygulama programında çizim için kullanılan hat biçimlendirmeleri Şekil 3.12’de gösterilmiştir.

Layer Adı	Hat Adı	Tag	Kuvvetli Akım ?	Renk	Çizgi Tipi	Çizgi Kalınlığı
LNY_KV_PRIZ	Priz	P	<input checked="" type="checkbox"/>	Yeşil	—————	0.40 mm
LNY_KV_PRIZTEK	Priz Tek	P	<input checked="" type="checkbox"/>	64	—————	0.40 mm
LNY_KV_ISIK	Işık	I	<input checked="" type="checkbox"/>	Çiyan	—————	0.40 mm
LNY_KV_MOTOR	Motor	M	<input checked="" type="checkbox"/>	Mavi	—————	0.40 mm
LNY_KV_ISIK_SORTI	Işık Sorti	I	<input checked="" type="checkbox"/>	Sarı	—————	0.25 mm
LNY_KV_TABLO	Tablo Besleme	T	<input checked="" type="checkbox"/>	Mavi	—————	0.60 mm
LNY_KV_ANY	*Kuvvetli Akım	K	<input checked="" type="checkbox"/>	150	—————	0.40 mm
LNY_ZYF_ZIL	Zil	L	<input type="checkbox"/>	Magenta	- - - - -	0.05 mm
LNY_ZYF_TV	Televizyon	V	<input type="checkbox"/>	Kırmızı	.....	0.05 mm
LNY_ZYF_TELEFON	Telefon	F	<input type="checkbox"/>	75	.....	0.05 mm
LNY_ZYF_YANGIN	Yangın	Y	<input type="checkbox"/>	206	.....	0.05 mm
LNY_ZYF_DATA	Data	D	<input type="checkbox"/>	173	.....	0.05 mm
LNY_ZYF_ANY	*Zayıf Akım	Z	<input type="checkbox"/>	190	.....	0.05 mm

Şekil 3.12. Çizim hatlarının gösterilmesi.

Programda hat çizimleri için “Polyline” nesneleri kullanılmıştır. Polyline; bir dizi noktanın birleştirilmesinden oluşan nesnedir. Şekil 3.13’te hat çizimleri için kullanılan bir polyline nesnesi gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Hatlar için kullanılan "Polyline" nesnesinin görünümü.

Polyline nesnesinin çizimdeki verilerinden olan “ExtraData” özelliklerine elektrik hatları ile ilgili bilgiler yüklenmiştir. Hatlara eklenen bilgiler Şekil 3.14’teki kod ile gösterilmiştir.

```

typedef struct tagHATDATA
{
    UINT    LinyeID;        // hangi hat türü ile çizilmiş
    UINT    HatNo;         // Hat numarası
    UINT    DamarSayisi;   // damar sayısı
    UINT    HatNo0;        // gruplu hatlarda ilk hat numarası
    BOOL    KuvvetliAkim;   // kuvvetli akım ise TRUE
    BOOL    CokDamarli;    // Çok damarlı ise TRUE
    double  Volt;          // 220 veya 380
    double  MaxAmp;        // taşıya bileceği max akım
    double  P;             // üzerindeki aktif güç
    double  Q;             // üzerindeki reaktif güç
    double  CosFi;         //
    double  Oziletkenlik;  // öz iletkenlik
    double  _amp;          // aktif akım
    double  _ger;          // aktif gerilim

    WCHAR   HatTnm[32];    // Ex:3x16+10 mm2 NYY
    WCHAR   HtTag;         // Priz -"P", Işık - "I", Motor - "M" vb..
                                // numaralandırmada kullanılmaktadır.
}HATDATA;

```

Şekil 3.14. Hatlar için kullanılan bilgiler.

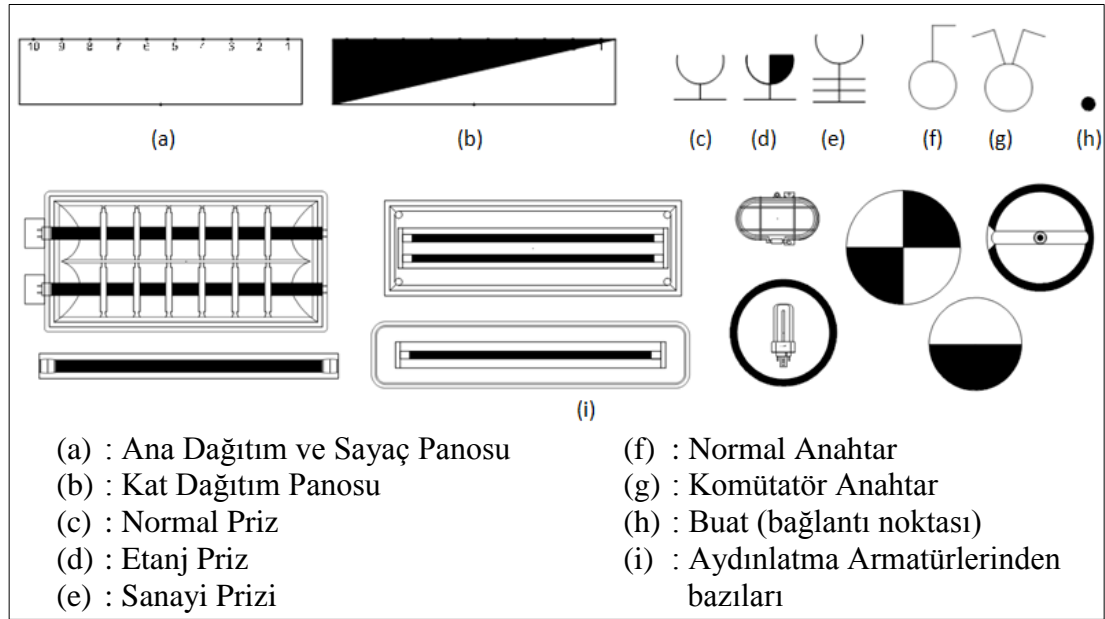
Standart olarak tüm çizim nesnelere fazladan bilgiler yüklemek için “ExtraData” adında bir tane byte pointer (BYTE*) tanımlanmıştır. Bu pointer kullanılarak istenilen nesneye istenilen kadar bilgi yüklenebilmektedir. Yüklenen bu bilgiler malzeme için hesaplamalarda kullanılan verileri içermektedir. Ancak bu bilginin kullanılması programa bağlıdır. Örneğin hat için Polyline nesnesine yüklenen “ExtraData” DWG olarak kaydedilip Autocad programında açılınca bir işe yaramamaktadır. “ExtraData” mantığı kullanılarak elektrik malzemeleri için oluşturulmuş olan tüm çizim nesnelere o malzemenin gerekli tüm bilgileri yüklenmiştir. Bu şekilde çizime eklenmiş bir sembolün ne tür malzeme olduğu, gücü, voltu, amperi gibi bütün karakteristik özellikleri bilinmektedir.

3.6.2. Malzeme Oluşturma ve Gösterimi

Çizimde elektrik malzemelerinin gösteriminin nasıl yapılacağı elektrik mühendisleri odasınınca belirlenmiştir. Elektrik iç tesisleri yönetmeliğinde semboller ile ilgili olarak aşağıdaki hüküm geçmektedir [2].

“Projelerde yürürlükteki Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğindeki "Kuvvetli Akım İşaret Listesi" ve "Zayıf Akım İşaret Listesi" veya EN 60617 serisi standartlarda yer alan semboller kullanılacaktır. Çelişkiler durumunda EN 60617 serisi standartlara öncelik verilecektir.”

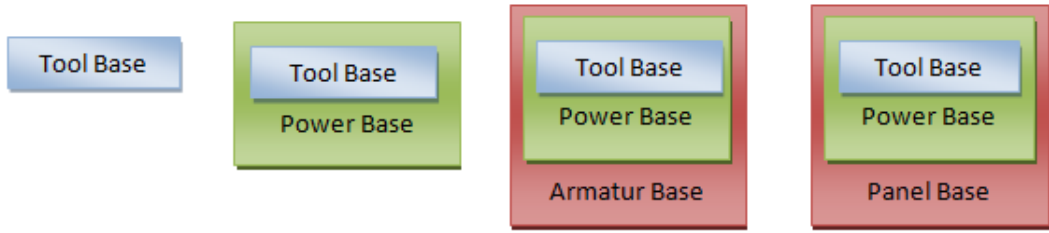
Buna maddeye istinaden semboller elektrik iç tesisleri yönetmeliğine uyacak şekilde tasarlanmıştır. Fakat program; tasarımcı isterse herhangi bir malzemenin sembolünü değiştirebilecek bir kabiliyete sahip olacak şekilde tasarlanmıştır. Şekil 3.15'te bazı elektrik malzemelerinin gösterimi verilmiştir.



Şekil 3.15. Bazı elektrik malzemelerinin gösterimi.

Bu sembollerin çizimde gösterilmesi için Autocad programındaki gibi blok mantığı kullanılmıştır. Hesaplamaların çizime entegre edilebilmesi için blokların “ExtraData” özelliklerine eklenecek gerekli veriler aşağıdaki kurallara göre gruplandırılmıştır:

Bütün malzemelerde olması gereken veriler “ToolBase” ismi ile bir yapıda toplanmıştır. Kuvvetli akım malzemelerinde olması gereken güç, volt, akım gibi özellikler eklenerek “PowerBase” yapısı oluşturulmuştur. Aydınlatma armatürleri için ise “PowerBase” yapısına aydınlatmada kullanılan armatür ve lamba özellikleri eklenerek ve “ArmatürBase” yapısı oluşturulmuştur. Dağıtım panelleri için “PowerBase” üzerine dağıtım panelleri ile ilgili özellikler eklenerek “PanelBase” oluşturulmuştur.



Şekil 3.16. Malzeme verilerinin oluşturulma mantığı.

Şekil 3.16’da gösterilen bu hiyerarşide görüldüğü gibi; “ToolBase” yapısında bütün malzemeler için ortak olan malzeme grubu, malzeme adı, etiket, malzemenin duvara referanslı konulup konulamayacağı gibi özellikler eklenmiştir. “PowerBase” yapısında; malzemenin aktif-reaktif gücü, volt, faz gibi özellikleri eklenmiştir. “ArmatürBase” yapısında; armatürde kullanılan lamba türü, lamba adedi, her lambanın ışık akısı gibi özellikler eklenmiştir. “PanelBase” yapısında ise tablodan kaç çıkış alındığı, tablonun toplam gücü, her faza ne kadar güç verildiği, tablo ile beraber hangi aparatların kullanıldığı gibi tablolar ile ilgili özellikler eklenmiştir.

Buna göre malzemelerin “ExtraData” özellikleri için; güç tüketmeyen anahtar, buat gibi malzemeler için “ToolBase”, güç tüketen priz, motor gibi malzemeler için “PowerBase”, armatürler için “ArmatürBase” ve tablolar için “PanelBase” yapıları kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

TESİSAT ÇİZİMİ

Türkiye’de mevcut şartlarda elektrik iç tesisatları çoğunlukla Autocad gibi standart CAD programları ile çizilmektedir. Az da olsa bilgisayar ortamına geçemeyen, Autocad programını kullanamayan bazı mühendisler elle çizime devam etmektedir. Gerek elle çizenler gerekse Autocad ile çizenler hesaplamaları yine manuel olarak yapmak zorundadırlar. Çoğu kimse Excel ile hazırladıkları taslaklar üzerinde hesaplamalar yapıp çizime eklemektedir. Bu da verilerin manuel olarak girilmesi anlamına geliyor ki hata yapma riski çok yüksektir. Manuel olarak yapılan hesaplamalarda hiçbir zaman detaylı hesaplama yapılamamaktadır. Örneğin kritik linye seçimi gibi bir kavram vardır ki; en yüklü ve en uzun hat anlamına gelmektedir. Bu linye tasarımcı tarafından sezgisel olarak göz kararı ile seçilip gerilim hesaplamaları, şalter sigorta seçimleri, kısa devre hesaplamaları sadece bu kritik linyeye göre yapılmaktadır. Bu da hata yapmak için büyük risk anlamına gelmektedir.

Bu proje ile çizime konulan bütün malzemelerin çektiği akıma göre kesitler, şalterler, sigortalar, gerilim hesaplamaları gibi hesaplamalar otomatikleştirilip, hataların ortadan kaldırılması ve işlemlerin hızlandırılması amaçlanmıştır. Tesisat projesinin çizim işlemleri sırasıyla açıklanacaktır.

4.1. ÇİZİM ÖNCESİ MİMARİ HAZIRLAMA

Daha önce de belirtildiği gibi elektrik mühendisleri elektrik tesisatı çizimi yapmak için yapının mimari projesini kullanırlar. Mimarlar bir yapı projesi çizerken birçok ayrıntıyı çizerler. Elektrik mühendislerinin bu ayrıntılara ihtiyacı olmamaktadır.

Sadece amaşır makinesi, bulaşık makinesi yeri gibi bazı özel malzemeler için tefrişat detaylarına ihtiyaç duyarlar. Mimarlar genellikle katmanlı çizim yapmaktadırlar. Çok azı bütün projede aynı katmanı kullanır. Tasarlanan bu uygulama ile mimarın mimari projeyi katmanlı çizdiği varsayılmaktadır. Eğer mimar, yapı projesini katmanlı olarak çizmemiş olsa bile sadece elektrik mühendislerine lazım olan duvar, kolon, tefriş çizimleri gibi gerekli çizimler haricindeki yerler silinebilir. Katmanlı çizilmiş projelerde bu işlemler daha kolay yapılabilir. Sadece ihtiyaç olunan katmanlar kapatılıp diğer bütün katmanlar silinebilir. Daha sonra gerekli katmanlar açılarak, tefrişler kilitlenir ve çizime başlanabilir.

Mimarların hazırladığı yapı mimarisi çizimlerinin hazırlanan programda açılması ile bu işlemler daha kolay yapılabilir. Elektrik mühendislerine sadece gerekli olan katmanları oluşturmak ve geri kalanları silmek için Layer (katman) işlemleri ile ilgili özel komutlar hazırlanmış böylece bu işlemler çok daha kolay bir hale getirilmiştir. Elektrik tesisat projeleri için mimari projesinin birkaç katmanını görülmesi yeterlidir. Bunlar ile ilgili ayarlamalar yapıldıktan sonra geriye kalan diğer tüm katmanlar silinebilir.

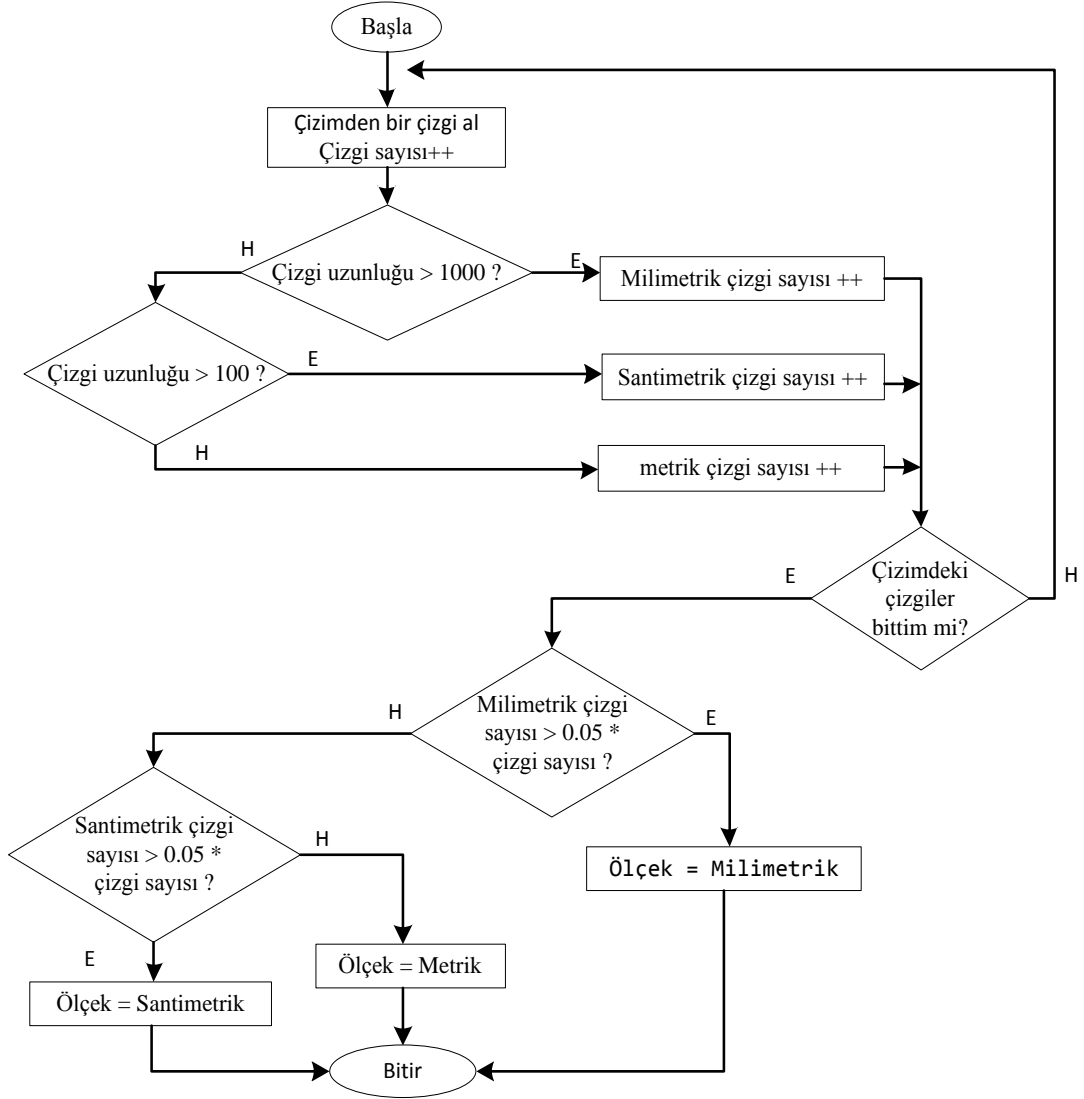
4.1.1. Mimari leği Ayarlama

Çizime geçmeden önce mimari leği, katlar ve kat yükseklikleri bilinmesi gereken önemli konulardır. Çünkü yapılacak birçok hesaplamada mesafeler dolayısıyla kablo uzunlukları için geometrik veriler kullanılacağından bunların bilinmesi gerekecektir.

Yapıların mimari projeleri çizilirken mimarların inisiyatifine göre metrik, santimetrik veya milimetrik ölçekler kullanılmaktadır. Elektrik mühendisleri mimarlardan aldıkları mimari proje üzerine elektrik tesisat projelerini çizebilmek için mimarların kullandığı ölçekleri bilmek zorundadırlar. Bunu bildikten veya öğrendikten sonra isterlerse çizimi yeniden leklendirebilirler veya mimarların ölçeklerine uygun olarak tesisat çizimlerini yapabilirler. Autocad kullanan hemen hemen bütün elektrik mühendisleri mimari ölçeğini kendi istediği ölçeğe ayarlar. Çünkü kendi

kullanacakları malzeme bloklarını önceden hazırlamışlardır ve ölçek bunlara uygun olmalıdır.

Hazırlanan bu uygulama ile mimari ölçeği otomatik olarak ayarlanmaktadır. Tasarlanan “mimari hazırlama komutu” ile çizim analiz edilerek mimari ölçeği otomatik olarak belirlenmektedir. “Mimari hazırlama komutu” çalıştırdıktan sonra çizim analizi sonucu bir pencerede gösterilmekte ve otomatik olarak algılanan mimari ölçeği kullanıcıya bildirilmektedir. Bu algı projedeki duvarlar için çizilmiş çizgilerin analizinden çıkartılmaktadır.



Şekil 4.1. Otomatik mimari ölçeği algılama algoritması.

Örneğin duvar için çizilmiş bir çizginin uzunluğu 100 birimden küçük ise bu muhtemelen metrik bir duvar çizgisidir. Çünkü 100 den küçük birim için santimetrik denilirse en fazla 1 metre, milimetrik denilirse en fazla 10 cm olacaktır. Bu yüzden 100'den küçük çizgilere metrik denilmiştir. Aynı mantık ile 100 ile 1000 birim arasındaki çizgilere santimetrik, 1000 birimden büyük çizgilere milimetrik çizgiler denilmiştir. Bu şekilde çizimdeki tüm çizgiler analiz edilerek; eğer toplam çizgilerin %5'inden fazlası milimetrik ise ölçek milimetrik, değilse eğer kalanların %5'inden fazlası santimetrik ise ölçek santimetrik, değilse ölçek metrik olarak ayarlanmaktadır. Şekil 4.1'deki akış diyagramı bu analizi özetlemektedir.

Eğer mimari yapı projesi olarak sadece 3-4 çizgi çizilmemiş ise mimari projelerinin ölçeği bu yöntem ile çok büyük bir ihtimal ile doğru olarak algılanmaktadır. Buna rağmen projede tarama amaçlı çok küçük uzunlukta çok fazla çizgi nesnesi varsa bu durumda proje ölçeği yanlış algılanabilmektedir. Bundan kurtulmanın çaresi projeyi çizime hazırlamadan önce bu taramaları silmek veya ölçek biliniyor ise manuel olarak ayarlamaktır. Eğer ölçeğin yanlış algılandığı düşünülürse programda ölçeğin kullanıcı tarafından ayarlanması gerekmektedir.

Tesisat çizimine başlamadan önce bilinmesi gereken bir diğer önemli konu ise mimari proje için yapı tipinin belirtilmesidir. Bu durum özellikle aydınlatma ve tablo talep güçleri ile ilgili olduğu için önemlidir. Yapı tipleri veri tabanında kayıtlı olan konut, hastane, okul, otel ve benzeri yapı gruplarından seçilmektedir.

4.1.2. Katların Belirlenmesi

Proje tesisat çizimine başlamadan bir diğer önemli konu da katların sırası, adetleri ve yüksekliklerinin belirtilmesidir. Katın sayısından kasıt; bir projede birbirinin aynı tekrar eden katlar varsa bunlar örneğin "1-2-3-4-5'inci normal katlar" şeklinde yazılır ve sadece bir defa çizilir. Fakat gerçekte bunlar ayrı katlardır ve ana dağıtım tablosuna uzaklıkları farklı olduğu için bazı kesit, sigorta veya şalter gibi hesaplamalar farklı çıkacaktır. Aynı şekilde malzeme keşfi yapılırken bu alana konulan malzemeler kat sayısı kadar sayılacaktır.

Şekil 4.2'deki kat belirleme formunda görüldüğü gibi programda hazır olarak tanımlanmış katlar vardır. Fakat istenildiği kadar yeni ve farklı isimlerde ve farklı yüksekliklerde kat tanımlamaları yapılabilmektedir. Kat yüksekliklerinin doğrulukları; özellikle kablo uzunlukları ile doğrudan ilgili olduğu için çok önemlidir. Kat yükseklikleri kablo uzunluklarını etkilediği için dolayısıyla gerilim, kesit, şalter ve sigortaları da etkilemektedir. Bu yüzden kat yüksekliği neredeyse tüm hesaplamalar ile ilgili bir parametredir.

Kat Adı	Varsayılan Kat Yüksekliği (cm)
ASMA KAT	280
BODRUM KAT	300
ÇATI KATI	280
NORMAL KAT	280
ZEMİN KAT	280

Kat Adı: NORMAL KAT

Kat Adedi: 4

Kat Sırası: 2

Yüksekliği: 280

GÜNCELLE İPTAL TAMAM

Açıklama Yazısı:
NORMAL KAT için kullanılan her malzeme 4 adet olarak sayılacaktır. (Kat Sırası:2-3-4-5; Kat Yüksekliği:280)

Şekil 4.2. Kat belirleme formu.

Kat yüksekliği aynı zamanda aydınlatma tasarımında aydınlatılacak mahal için varsayılan mahal yüksekliği olmaktadır. Örneğin normal kat planında seçilen kat yüksekliği 280 cm olarak ayarlandığı zaman normal kat planındaki aydınlatılacak bütün mahallerin varsayılan yüksekliği 280 cm olacaktır. Fakat her mahal için aydınlatma yüksekliği ayrı ayrı da ayarlanabilmektedir.

4.2. AYDINLATMA TASARIMI

Aydınlatma tasarımı yapılırken; mahallin kullanım amacı, eni, boyu ve yüksekliğine göre olması gereken armatürün tipini ve sayısını seçmek oldukça zaman alıcı ve

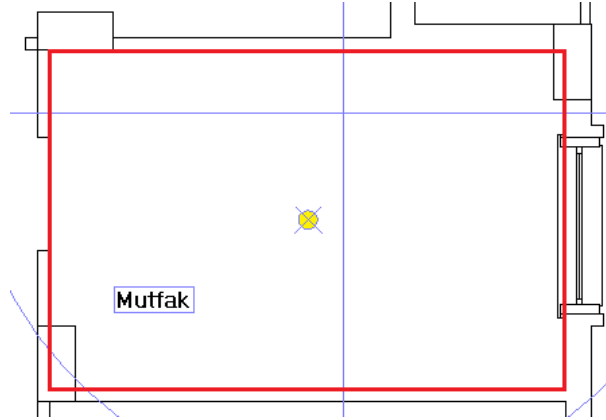
zahmetlidir. Autocad programını kullananlar genellikle kullanılacak armatürü kendileri seçmektedirler. Çoğu kişi Excel tabloları ile hazırladıkları şablonlara göre gerekli yerlere verileri girmek suretinde hesaplamaları yapmaktadırlar. Gerekli minimum aydınlatma seviyesi sağlanamazsa armatür sayısı arttırılarak veya daha yüksek ışık şiddetine sahip bir armatür seçilerek tekrar denemektedirler. Eğer projede aydınlatma hesapları isteniyorsa bu işlemleri her mahal için teker teker yapmak gerekecektir. Bu yüzden bu işlem hem hata yapmaya elverişli hem de çok zaman alan bir işlem haline dönüşmektedir. Eğer bir projede özellikle aydınlatma hesaplamaları isteniyorsa profesyonel aydınlatma programları olan Dialux veya Relux programları kullanılabilir. Bu programlar kullanılırken mahal eni, boyu, yüksekliği, çalışma yüksekliği, tavan-duvar-zemin yansıtma katsayıları gibi parametreler belirtilmek zorundadır. Bunların yanında bu programda armatür seçimi kullanıcı tarafından yapılmaktadır. Bu programlarda seçilen armatür ile aydınlatma hesaplamaları yapılırken istenen minimum aydınlatma şiddetine erişmek için gerekli olan armatür adedi hesaplanmaktadır.

Tasarlanan bu uygulamanın aydınlatma kısmını diğer programlardan ayıran en önemli özellik armatür seçimi ve aydınlatma hesaplamalarının otomatik olarak yapılması olarak gösterilebilir. Hiçbir kullanıcı müdahalesine gerek kalmadan daha önce yapılmış ayarlamalar ile işlemler otomatikleştirilmiştir. Mahallin eni, boyu, yüksekliği ve kullanım amacı program tarafından otomatik olarak tespit edilmektedir.

4.2.1. Otomatik Mahal Tanıma

Tasarlanan bu uygulamada aydınlatma tasarımı yapılırken aydınlatma bölgesinin tespiti otomatik olarak yapılabildiğinden bahsedilmişti. Sadece mahal bölgesinin içine tıklanması sureti ile mahal sınırları otomatik olarak tanımlanmaktadır. Bu şekilde mahallin eni ve boyu bulunmuş olmaktadır. Katların belirlenmesi sırasında kat yükseklikleri belirtilmiş olacağı için mahallin yüksekliği de bilinmiş olacaktır. Mahallin sınırları içerisinde kalan yazıların analizi ile mahallin adı dolayısıyla kullanım amacı da otomatik olarak belirlenmektedir. Bu parametreler ile program

kullanıcıdan başka herhangi bir veri almadan gerekli eşitlikleri kullanarak aydınlatma işlemlerini otomatik olarak tamamlamaktadır. Buna rağmen kullanıcı tasarıma müdahale etmek isterse; mahal bölgesinin içine tıklanırken CTRL tuşuna basılı tutulması ile kontrollü aydınlatma yapılabilmektedir. Şekil 4.3'te aydınlatma komutunda iken imleç mutfak mahallinin sınırlarının içine girince sınırlar otomatik olarak tespit edilmiştir. Sınırlar içindeki mutfak yazısı görülmüş, mahallin en ve boyunun durumuna göre konulacak armatür sayısının bir olması gerektiği tespit edilmiştir. Kullanıcı tıkladıktan sonra hesaplamalar sonucu uygun armatür seçilip işaretlenen yere konulmaktadır.



Şekil 4.3. Mahal sınırlarının otomatik olarak tanınması ve mahal adının çözülmesi.

Otomatik mahal tanımlarken mahal bölgesinin kenar çizgilerinin tespiti için aşağıdaki yol izlenmiştir:

- İmlecin bulunduğu konumun etrafına mahalleri kapsayacak büyüklükte r yarıçapında bir çember çizilmektedir. Bu çemberin r yarıçapı parametrik olup kullanım sırasında aktif olarak büyütülüp küçültülebilmektedir.
- İmlecin bulunduğu konumdan aralarında 90 derece açılar ile çemberin kenarlarına kadar dört tane referans çizgisi çizilmektedir. Yön tuşları ile bu referans çizgilerinin açıları artırılıp azaltılabilmekte, dolayısıyla yamuk mahallerin de sınırları tespit edilebilmektedir.
- Mahallin sınırlarının tespit edilebilmesi için referans çizgilerinin duvar için çizilmiş en az dört çizgi ile kesişmesi gerekmektedir. Bu durumda mahallin

dikdörtgen olma zorunluluğu yoktur. Fakat buna rağmen odaların çok büyük bir kısmı dörtgen şeklindedir.

- Mahallin sınırlarının tespiti için çemberin içinde kalan bütün çizim nesnelere bir listeye alınmaktadır.
- Bu listenin içinden sadece referans çizgileri ile çakışanlar alınarak diğerleri listeden silinmektedir.
- Bu listedeki elemanların her birisi sırasıyla çakıştıkları referans çizgisine göre ayrı ayrı olarak sınıflandırılmaktadır.
- Bu durumda dört ayrı listede imleç noktasına en yakın dört çizgi parçası bulunarak kesleştirilmektedir.
- Böylece imlecin içinde olduğu mahal sınırları, kesleştirilen dört çizgi parçası ile oluşturulmuş şekil olarak tespit edilmiş olmaktadır.

Bir başka aydınlatma yöntemi ise mahal bölgesini imleç ile işaretleyerek seçmektir. Bu özellikle bir tarafı çizilmemiş mahallerde kullanılabilir. Bu yöntem ile sadece dikdörtgen alanlar seçilebilmektedir.

Gerek aydınlatma bölgesini seçerek, gerekse de otomatik olarak sınırların tespitinde; her iki durumda da mahal adı veya tanımı yazısı tespit edilen aydınlatma bölgesi içinde bulunmalıdır. Bulunan yazı nesnelere mahaller veri tabanında mahal ifade tarzlarında sorgulamalar ile aranmaktadır. Eğer uyan bir ifade tarzı bulunur ise bulunan ifade tarzının olduğu mahal tipi aydınlatılacak mahal tipi olacaktır. Bulunan yazı ile uyuşan her hangi bir ifade tarzı bulunmaz ise muhtemelen bu isimde veya bu ifade tarzında bir mahal ilk kez aydınlatılacaktır. Bulunan bu yazı kullanıcıya ya bir mahallin yeni ifade tarzı olarak veya yani bir mahal olarak veri tabanına eklenir. Böylece bir daha program bu yazı ile karşılaşırsa onu tanıyacaktır. Bu yönü ile program aydınlatmada öğrenen bir yapıya sahiptir. Eğer mahal sınırları içinde her hangi bir yazı bulunmaz ise bu durumda mahal tipinin kullanıcı tarafından seçilmesi istenmektedir.

Şekil 4.4'te kontrollü aydınlatma formu gösterilmiştir. Bu formda gösterilen aydınlatma parametrelerinden bazılarını kullanıcı isterse müdahale edebilmektedir.

Bu aydınlatma formuna göre; normalde sınırları ve kullanım amacı otomatik olarak tespit edilen bu mahal için hesaplamalar sonucunda tavsiye edilen armatür otomatik olarak NT-2X20W(TS27) olarak belirtilmiştir, ancak kullanıcı isterse farklı türde veya sayıda armatür seçebilmektedir.

Aydınlatma Formu

Mahal

Yapı Grubu	Mahal Adı	Min Aydınlanma ...	Yazı
KONUT	MUTFAK	50	MUTFAK

[Yanlış çözümlendi ise burayı tıklayın.](#)

Kullanılabilen Armatür Listesi

Tipi	Armatür Adı	Tij ...	Arm...
CIR24	Simit Floresan Armatür	30	100
N	Avize Armatür	40	100
N1	Avize Armatür	40	100
NT	Avize Armatür (Tasarruflu)	40	100
TL	T Tipi Armatür	0	100

[Bu Mahale Yeni Armatür Ekleme için burayı tıklayın](#)

A - Aydınlatma

İstenen Minimum (lx) **50**

B - Armatür Bilgileri

Tij Boyu (cm) **40**

Kirlilik Faktörü (%) **20**

C - Kullanım

Adet **1**

Yatay **1**

Dikey **1**

D - Mahal Özellikleri

Mahal Eni (cm) **270**

Mahal Boyu (cm) **410**

Mahal Yüksekliği (cm) **280**

Çalışma Yüksekliği (cm) **85**


Mahal Alanı (m²) **11,07**

Diğer

Armatür	Toplam Güç	Toplam Işık Akısı	Sağlanan Aydın...	Arm. Adedi
NT-1X25W (A60)	25 W	200 lm	5,12	9,77
NT-2X15W (TS27)	30 W	1800 lm	46,08	1,09
NT-1X40W (A60)	40 W	400 lm	10,24	4,88
NT-2X20W (TS27)	40 W	2400 lm	61,44	0,81
NT-3X15W (TS27)	45 W	2700 lm		
NT-2X23W (TS27)	46 W	3000 lm		
NT-2X25W (A60)	50 W	400 lm		

[Kullanmak istediğiniz armatürün üzerine çift tıklayın.](#)

Armatür Resmi:



Şekil 4.4. Kontrollü aydınlatma formu.

Şekil 4.4'te kontrollü aydınlatma formunda gösterildiği gibi "Mutfak" isimindeki mahal için tavsiye edilen armatür adedi bir tane olarak belirlenmiştir. Bu durumda sırasıyla 3 farklı armatür denenmiş ve bir armatür ile sağlanan aydınlatma şiddetleri ile istenen minimum aydınlatma şiddetini sağlayabilmek için gerekli armatür sayıları hesaplanarak verilmiştir. Armatürler güçlerine göre sıralanmış oldukları için şartları sağlayan ilk armatür bulununca diğerlerine bakılmamaktadır. Bir mahalde kullanılması için tavsiye edilen armatür adedi parametrik olup programda varsayılan değer 5 metrede 1 adet olarak belirtilmiştir. Bu yüzden sadece bir armatür için

hesaplamalar yapıp uygunluğa bakılmaktadır. Fakat her armatürün kullanımı için gerekli adet tasarımcıya fikir vermek için hesaplanmaktadır.

4.2.2. Armatür Seçimi ve Aydınlatma Hesabı

Programda mahalde kullanıma göre armatür tipi seçimi mahallerin durumuna göre otomatik olarak yapılabilmektedir. Bunu sağlamak için mahal tanımlama ve armatür kullanımı kısmında anlatıldığı gibi veri tabanında mahal tanımlanırken mahal için uygun armatür tipleri kullanıcılar tarafından belirtilmektedir. Armatür tipi seçildikten sonra kaç lambalı armatürlerin olacağı, lambaların güçlerinin ne olması gerektiği ve kaç adet armatür gerekeceği gibi işlemler Çizelge 4.1'deki eşitliklere göre yapılmaktadır [22].

Çizelge 4.1. Aydınlatma hesaplamaları için kullanılan eşitlikler.

FORMÜL	SEMBOL	AÇIKLAMA
$Z = \frac{\Phi T}{\Phi L}$	Z	Ampul sayısı
	ΦT	Gerekli toplam ışık akısı (lm)
	ΦL	Bir ampulün verdiği ışık akısı (lm.)
$k = \frac{axb}{h(a+b)}$ $h = H - H'$	k	Mahal indeksi (mahal boyutlarına bağlı olarak)
	a , b	Ortalama en (m), ortalama boy (m)
	h	Işık kaynağının çalışma düzlemine olan yüksekliği (m)
	H	Işık kaynağının zeminden yüksekliği (m)
$\Phi T = \frac{ExAxd}{\eta}$	H'	Çalışma düzleminin zeminden yüksekliği (çalışma yüksekliği)
	E	İstenen minimum aydınlatma seviyesi (lüx)
	A	Aydınlatılacak bölgenin alanı (m ²)
	d	Tesisin kirlenme faktörü (armatüre bağlıdır)
	η	Mahal verimi

Mahal verimi veya tesisin ışığı yansıtma verimi; aydınlatma mahallini sınırlayan tavan, duvar ve zeminin yansıtma faktörlerine, mahal indeksine ve seçilen armatür tipine bağlı olarak tablodan seçilmektedir. Çizelge 4.2'de bazı sabit mahal indeksi değerlerine ve bazı sabit tavan, duvar ve zemin yansıtma katsayılarına göre noktasal bir armatür için mahal verim faktörü tablosu verilmiştir [22].

Mahalin enine, boyuna ve yüksekliğine bağlı olan k (mahal indeksi) değeri aşağıdaki eşitlik 4.1 ile bulunmaktadır. Eğer bulunan k değeri 0,6'dan küçük ise tablodaki en küçük k değeri 0,6 olduğu için k değeri 0,6 alınmaktadır. Eğer 5'ten büyük bir k değeri bulunmuş ise yine tablodaki en büyük k değeri 5 olduğu için k değeri 5 olarak alınmaktadır. Eğer bulunan k değeri tabloda olmayan ara bir değer çıkarsa bu durumda doğrusal interpolasyon yöntemi ile bulunan k indeksinin karşılığı olan mahal verim değerleri hesaplanmaktadır.

$$k = a.b/h.(a + b) \quad (4.1)$$

Çizelge 4.2'deki yansıtma katsayıları örnek bir armatür için varsayılan yansıtma katsayılarıdır [22]. Çizelge 4.2'ye göre mahal indeksinin 1,25 olduğu bir odada tavanın %80, duvarların %50 ve zeminin %10 ışığı yansıttığı varsayılırsa bu oda için mahal verim faktörü tablodan 0,38 olarak seçilecektir.

Çizelge 4.2. Örnek bir armatür için mahal verim faktörleri tablosu.

Tavan Yansıtma	%80				%50				%30	
Duvar Yansıtma	%50		%30		%50		%30		%10	%30
Zemin Yansıtma	%30	%10	%30	%10	%30	%10	%30	%10	%30	%10
$k = a.b/h.(a + b)$	MAHAL VERİM FAKTÖRÜ η									
0,60	0,24	0,23	0,18	0,18	0,20	0,19	0,15	0,15	0,12	0,15
0,80	0,31	0,29	0,24	0,23	0,25	0,24	0,20	0,19	0,16	0,17
1,00	0,36	0,33	0,29	0,28	0,29	0,28	0,24	0,23	0,20	0,20
1,25	0,41	0,38	0,34	0,32	0,33	0,31	0,28	0,27	0,24	0,24
1,50	0,45	0,41	0,38	0,36	0,36	0,34	0,32	0,30	0,27	0,26
2,00	0,51	0,46	0,45	0,41	0,41	0,38	0,37	0,35	0,31	0,30
2,50	0,56	0,49	0,50	0,45	0,45	0,41	0,41	0,38	0,35	0,34
3,00	0,59	0,52	0,54	0,48	0,47	0,43	0,43	0,40	0,38	0,36
4,00	0,63	0,55	0,58	0,51	0,50	0,46	0,47	0,44	0,41	0,39
5,00	0,66	0,57	0,62	0,54	0,53	0,48	0,50	0,46	0,44	0,40

Verilen yansıtma katsayıları aydınlatma tasarımcıları arasında en sık kullanılan boya renklerine göre verilmiştir. Örneğin beyaz renkli alçı sıvada yansıtma %90 kadar çıkabilmektedir. Varsayılan aydınlatma yansıtmaları genellikle tavan için açık renk ise %80, orta açıklıkta bir renk ise %50, ve koyu bir renk ise %30 olarak alınmaktadır. Bu durum duvar yansıtmaları için %50, %30 ve %10 olarak

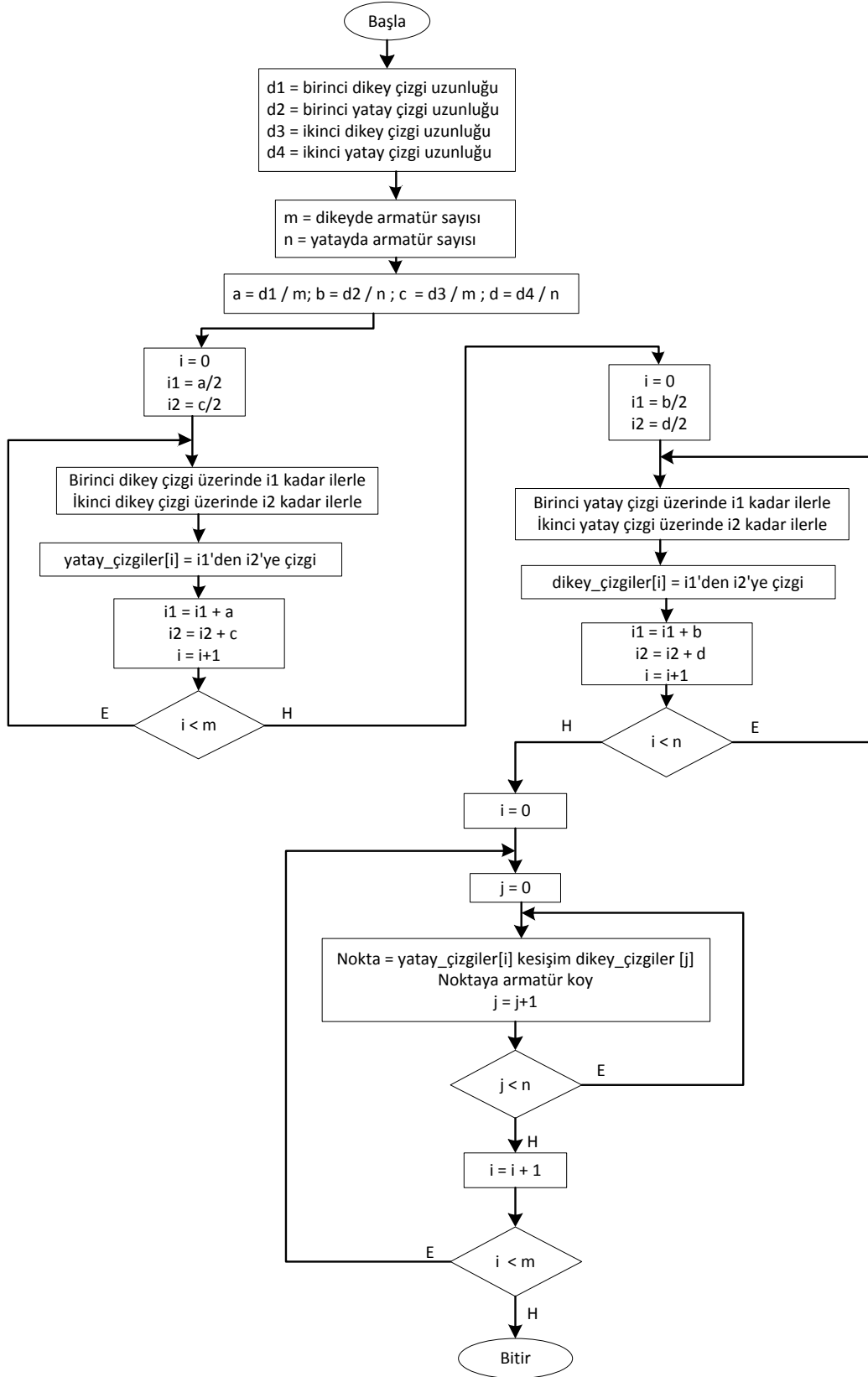
belirtilmiştir. Zemin için yansıtma genellikle az yansıtma ve çok az yansıtma olarak %30 ve %10 olarak alınmaktadır. Bazı armatür firmaları zemin yansıtma faktörünü hiç hesaba katmamaktadırlar.

İstenen minimum aydınlık düzeyi için hesaplanan armatür sayısı, aydınlatılan bölgenin büyüklük faktörlerine göre tavsiye edilen armatür sayısından fazla ise bu armatür mevcut durumda kullanım için uygun bir armatür olacaktır. Eğer gerekli minimum aydınlık düzeyi için gerekli olan armatür sayısı tavsiye edilen armatür sayısından fazla ise; bu durumda program armatür sayısını arttırmak yerine ışık akısı daha fazla olan bir üst armatürü denemektedir. Böylece örneğin 2 tane 20 W'lık armatür seçileceğine, bir adet 30 W'lık armatür ile durum çözülebilmektedir. Bu şekilde bu senaryo için hem 10 W'lık bir güç tasarrufu hem de kurulum maliyetinden tasarruf edilmiş olacaktır.

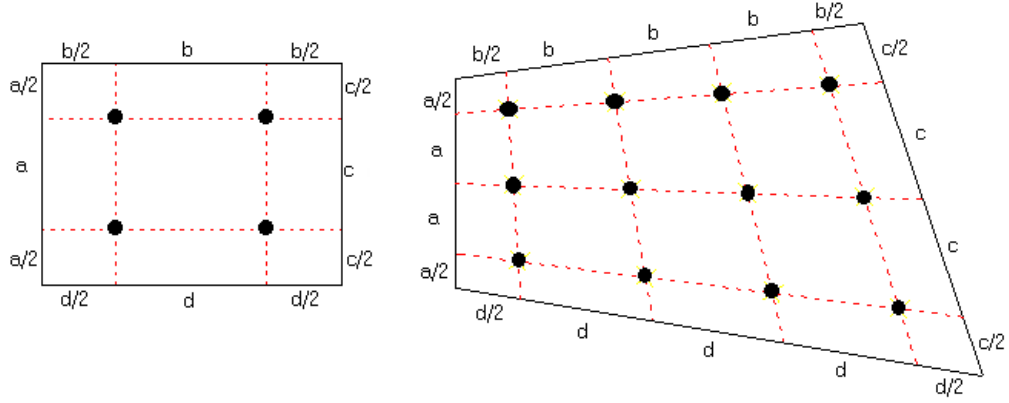
Programda bir mahal için tavsiye edilen armatür sayısı, genişlik parametresine bağlıdır. Programda varsayın değeri "1 adet / 5 metre" olan bu parametre kullanıcı tarafından değiştirilebilmektedir. Varsayılan değerlere göre eğer bir odanın genişliği 4 metre ve uzunluğu 6 metre ise bu durumda mahallin durumuna göre genişlikte 1 adet uzunlukta 2 adet olmak üzere 2 adet armatür için hesaplamalar yapılacaktır. Eğer özellikle bir armatür seçilecekse ve hesaplamalar buna göre yapılmak isteniyorsa program bu kabiliyete uygun bir şekilde tasarlanmıştır.

4.2.3. Seçilen Armatürlerin Çizime Eklenmesi

Eğer tavsiye edilen armatür sayısı 1 tane ise armatür mahallin tam merkezine yani köşegenlerinin kesiştiği noktaya yerleştirilmektedir. Tasarımcı isterse tefrişlerin durumunda göre yerini değiştirebilmektedir. Eğer tavsiye edilen armatür sayısı birden fazla ise bu durumda odanın enine ve boyuna göre tavsiye edilen armatür sayıları düzgün bir şekilde program tarafından dağıtılmaktadır. Şekil 4.6'daki armatür dağılımı sağlamak için gerekli akış diyagramı Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5. Armatür dağılımı akış diyagramı.



Şekil 4.6. Düzenli ve düzensiz mahallerde armatür dağılımı.

Eğer mahal düzenli değilse yani dikdörtgen değilse bile bu algoritmaya göre mahal için ortalama en ve ortalama boya göre tavsiye edilen armatür sayıları hesaplanıp yine mahallin durumuna bağlı olarak Şekil 4.6’da gösterildiği gibi dağıtılmaktadır.

4.3. MALZEME YERLEŞTİRME

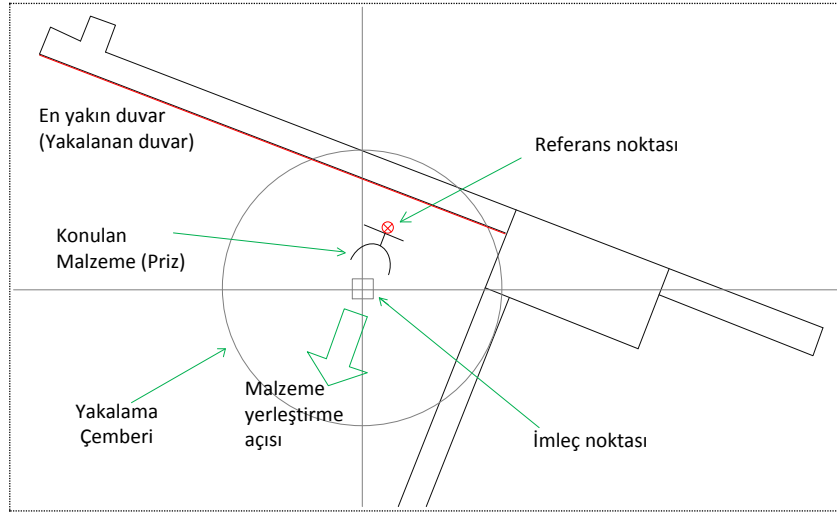
Malzemeler çizim aşamasında kullanılırken duvara referanslı konulabilenler veya herhangi bir yere konulabilenler olmak üzere iki ayrı kategoriye ayrılmıştır. Armatürler için de bu durum geçerlidir. İstenilen noktaya malzeme eklemek için sadece yer belirlemek için noktanın tıklanması yeterlidir. Fakat duvara referanslı malzeme yerleştirirken öncelikle çizimden yanına konulacak duvarların yakalanabilmesi ve buna uygun yerleştirme açısı ve yerleştirme noktasının tespit edilmesi gerekmektedir.

4.3.1. Duvarlara Referanslı Malzeme Yerleştirme

Tesisat çiziminde çizime malzeme eklerken zahmetli işlerden bir tanesi de duvarlara referanslı konulan malzemelerin yerleştirilmesidir. Çünkü malzemeler referanslı konulacak duvara göre açıldırılarak belli bir mesafeye konurlar. Bu belirlenen mesafe ve açığı her malzeme için ayarlamak gerekecektir. Bunların yanında kablolama tasarımı yapılırken bağlantı noktalarına buat ve gerekirse anahtar gibi ek malzemeler eklenmektedir. Bu durumlarla beraber birde hesaplamalar yapıldıktan

sonra kolon şemasına çizimde gösterilmeyen fakat olması gereken sigorta, şalter gibi malzemeler de eklenmektedir.

Tasarlanan bu program ile eğer malzeme duvara referanslı olarak konulacaksa, malzemenin konulacağı nokta için öncelikle en yakın duvar yakalanmaktadır. Yakalanan bu duvara Şekil 4.7’de gösterildiği gibi malzeme açıldırılarak duvara belirli bir mesafeye yerleştirilmektedir.



Şekil 4.7. Referanslı malzeme yerleştirme.

Referanslı malzeme yerleştirme yapılırken en yakın duvarı yakalamak için duvar yakalama çemberi tarafından kesilen veya içinde kalan tüm duvar çizgileri bir diziyeye alınmaktadır. İmlecin olduğu noktadan dizideki her bir çizgi parçası üzerine bir dikme indirilmektedir. Eğer çizgi parçaları üzerine indirilen bu dikmeler çizgi parçalarının başlangıç ve bitiş noktaları arasında kalıyorsa imlecin bulunduğu nokta ile kesişim noktası arasındaki mesafe alınır. Bu işlem her çizgi parçası için tekrarlanarak en kısa mesafe dolayısıyla imlece en yakın çizgi parçası tespit edilmiş olur. Bulunan en yakın çizgi parçası en yakın duvar olarak değerlendirilmektedir. Bulunan bu duvar referans duvarı olacaktır. Referans duvarından parametrik olan “malzeme duvar mesafesi” kadar imleç tarafına bir dikme çıkılır. Bu dikmenin uç noktası malzeme koyma noktası, bu dikmenin açısı da malzeme yerleştirme açısı olarak değerlendirilmektedir. Bu işlemler imleç hareketlerinde dinamik olarak

hesaplanıp kullanıcıya malzemenin konulacağı nokta ve açı aktif olarak gösterilmektedir. Şekil 4.7’de bir prizinin çizime eklenmesi için bir duvara yaklaştırılmış, malzemenin koyma noktası ve yerleştirme açısı gösterilmiştir.

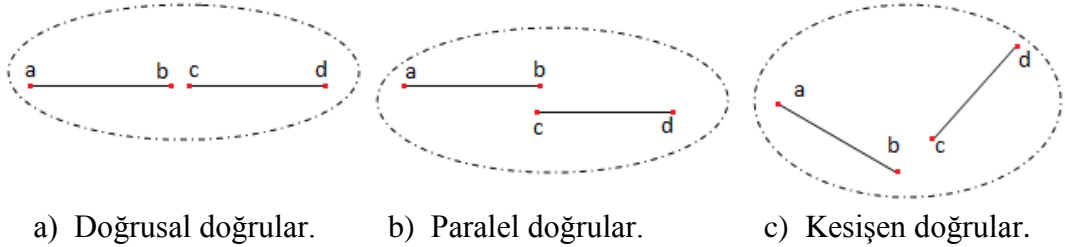
4.4. KABLOLAMA TASARIMI İÇİN HAT ÇİZİMİ

Tesisat çiziminin belki de en çok zaman alan kısmı kablolama tasarımıdır. Armatür sortileri haricindeki tüm kablo bağlantıları duvarlara referanslı olarak çizilmektedir. Autocad kullananlar genellikle “offset” komutunu kullanarak duvarların belli bir mesafede kopyasını çıkarırlar. Bu kopya çizgileri birleştirerek hat çizimi şekline getirirler. Her kablo türünün çizim katmanı ve görünüm ayarları ayrı olduğu için bu ayarlamaları yapmak için biraz daha uğraşırlar.

4.4.1. Referanslı çizim

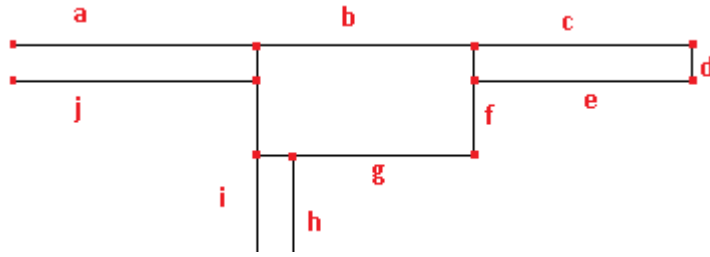
Tasarlanan bu programda kablolama tasarımı için hat çizimi yapılırken kolaylıkla katmanlar arasında dolaşılabilir şekilde komutlar tasarlandı. Eğer hat çizimi bir malzemenin bağlantısıyla başlayacaksa katman seçmeye gerek kalmadan malzeme tıkladığı an gerekli ayarlamalar malzemenin türüne göre otomatik olarak yapılabilmektedir.

Yapılan çizimlerin çok büyük bir kısmı referanslı olarak yapılmaktadır. Referanslı çizimin hızlı hale getirilebilmesi için duvar çizgilerinin aşağıdaki durumlarına göre özel algoritmalar geliştirilmiştir.



Şekil 4.8. Doğru parçalarının bir birine göre durumları.

Şekil 4.8’de (a), (b) ve (c) durumlarında gösterildiği gibi iki doğru parçası; doğrusal paralel veya kesişen durumdadır. Kablolama tasarımında hat çizimi referanslı olarak yapılırken; tıklanan iki nokta arasındaki hattın çizilebilmesi için bu durumlar göz önünde bulundurulmaktadır. Çizime malzeme yerleştirmede malzeme koyma noktası nasıl imlece göre otomatik olarak anlık hesaplanabiliyorsa aynı şekilde hat çizimlerinde de dinamik bir şekilde hat çizimleri yapılabilmektedir. Bu durumda tıklanan ilk nokta ile ilk referans duvarı ve dolayısıyla ilk referans noktası bulunmaktadır. İkinci referans noktası ise imlecin her hareketinde imlecin olduğu yere göre ikinci referans duvarı dolayısıyla ikinci referans noktası bulunmaktadır. Bu dinamik olarak yapılabilmektedir. Fakat senaryolar tıklanan iki nokta arasında referanslı hat çiziminin nasıl yapılabileceği yönünde anlatılacaktır. İlk tıklanan nokta ile birinci referans duvarının, ikinci tıklanan nokta ile ikinci referans duvarının bulunduğunu varsayalım. Senaryoda Şekil 4.9’deki örnek duvar çizimleri göz önüne alınmıştır.



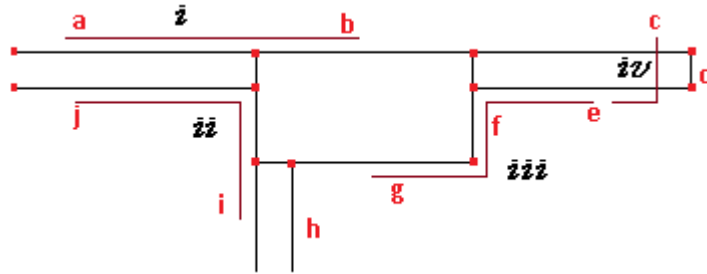
Şekil 4.9. Örnek duvar çizimleri.

İlk tıklanan nokta a referanslı duvar, ikinci tıklanan nokta b referanslı duvar yakınlarında olursa bu durumda referans duvarlar doğrusal olacağından a referanslı doğru parçasına paralel olarak a noktasından b noktasına Şekil 4.10-i’de gösterildiği gibi bir doğru parçası çizilir.

Benzer şekilde eğer tıklanan birinci nokta j referanslı duvar, ikinci nokta i referanslı duvar yakınlarında olursa; referans duvarlar kesişiyor demektir. Bu durumda araya çekilecek hat Şekil 4.10-ii’de gösterildiği gibi j noktası, j noktasının referans duvarına paralel olan doğru ile i noktasının referans duvarına paralel olan doğrunun kesişme noktası ve i noktası arasına bir polyline çizilecektir.

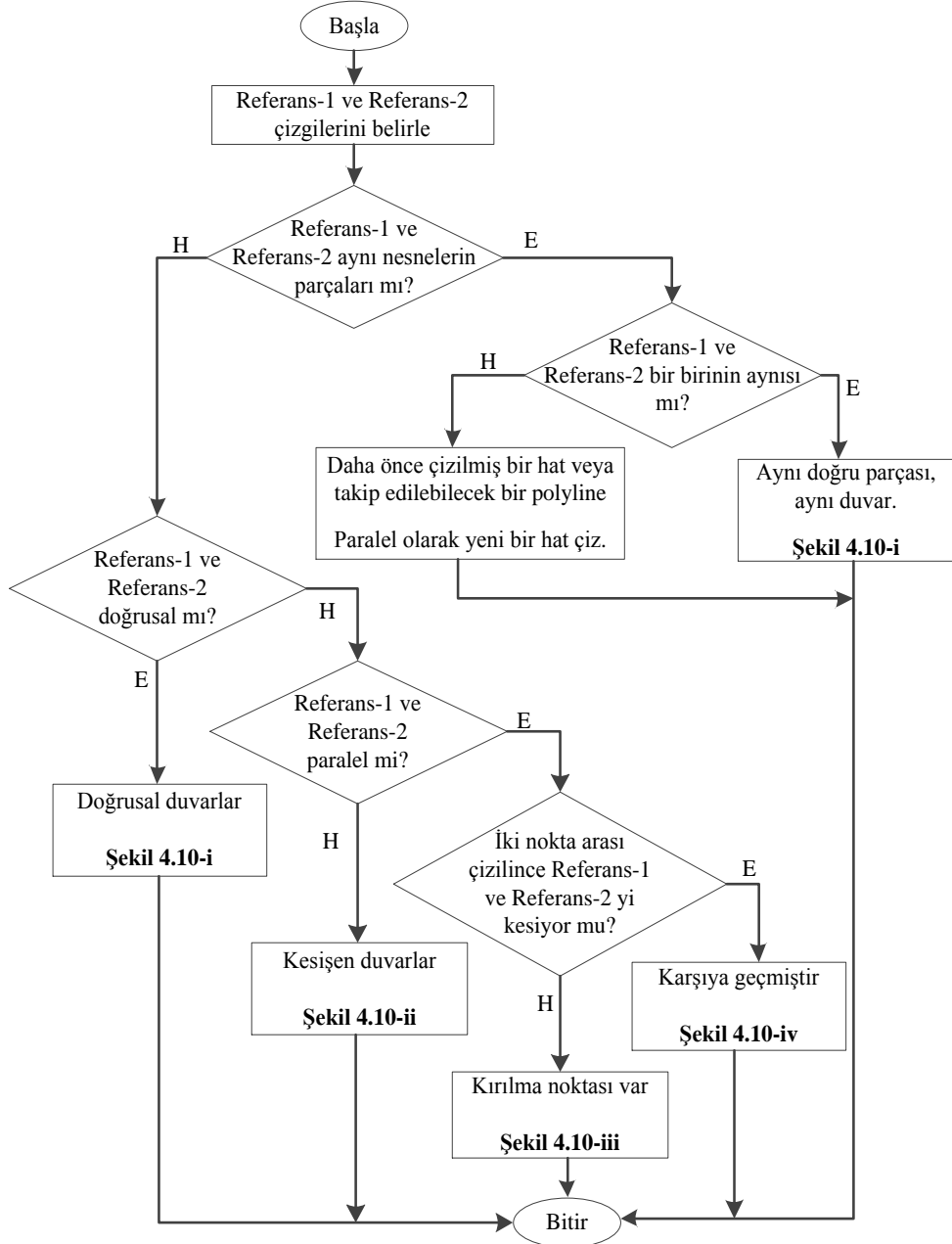
Eğer ilk tıklanan nokta g referanslı duvar, ikinci tıklanan nokta ise e referanslı duvar yakınlarında olursa, bu durumda referans duvarları bir birine paralel olacaktır. Bu durumda g referanslı duvar ile e referanslı duvar çizgilerinin arasındaki kırılma noktası vardır. Bu kırılma noktasını tespit etmek için g noktası ile e noktası arasında geçici bir çizgi tanımlanır. Bu geçici çizginin orta noktasından g referanslı duvar ile e referanslı duvarların en yakın uçları bulunur. Bulunan bu uçlardan her hangi birisi kırılma noktası olarak seçilebilir. Kırılma noktası g referanslı duvar ile f referanslı duvarın kesiştiği noktadır. Bu noktaya gf noktası diyelim. gf noktasından g referanslı duvar açısı yönünde hat çizme aralığı kadar uzaklaşıp g referanslı duvara dik bir geçici doğru çizelim ve buna da tempLine diyelim. Çizilecek hat Şekil 4.10-iii'te gösterildiği gibi g, g referanslı duvara çizilen paralel doğru ile tempLine'nin kesişim noktası, tempLine ile e referanslı duvara çizilen paralel doğrunun kesişim noktası ve son olarak e noktaları arasında çizilecek bir polyline olacaktır.

Eğer tıklanan birinci nokta e, ikinci nokta c olursa yine referans duvar çizgileri bir birine paralel olacaktır. Fakat bu kez dikkat edilirse kablo karşıya geçecektir. Bunu tespit etmek için e ile c noktaları arasında bir doğru çiziyoruz. Eğer çizdiğimiz bu doğru referans alınan iki duvarı da, yani e referanslı duvar ile c referanslı duvarı kesiyorsa karşıya geçmiş demektir. Bu durumda çizilecek hat Şekil 4.10-iv'te gösterildiği gibi e noktası, e noktasından referans duvarına paralel çizilecek doğru ile c noktasından bu referans duvarına dik inecek doğruların kesişme noktası ve c noktaları arasında bir polyline şeklinde olacaktır.



Şekil 4.10. Örnek duvar çizgileri ne göre referanslı hat çizimi.

Eğer tıklanan birinci noktanın referansı ile ikinci noktanın da referansı aynı polyline parçası ise bu durumda daha önceden çizilmiş bir hat olduğu düşünülerek bu çizilmiş hatta tamamen paralel bir hat çizilebilir. Eğer aynı polyline nesnesinin parçaları değilse bu durumda yukarıdaki senaryo geçerli olacaktır. Referanslı çizim akış diyagramı Şekil 4.11’de gösterilmiştir.



Şekil 4.11. Referanslı çizim akış diyagramı.

BÖLÜM 5

HESAPLAMALAR

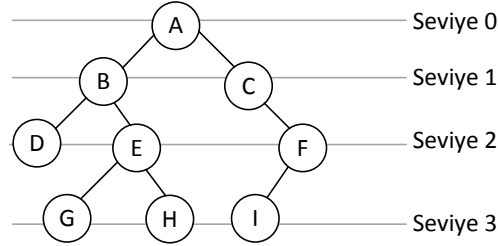
Çizim işlemi bittikten sonra tasarım açısından fazla zaman alan bir diğer konu ise hesaplamalardır. Hesaplamalar çoğu zaman manuel olarak yapılmaktadır. İşlem Excel tabloları ile yapılsa bile veriler kullanıcı tarafından giriliyor demektir. Burada yapılması gereken işlemler; her malzeme için çekeceği akıma göre kablo kesitini hesaplamak ve bu kesiti koruyacak şalter, sigorta gibi aparatları seçip çizime eklemektir. Bu her malzeme için tekrarlandığında çok fazla zaman almaktadır.

Tasarlanan bu program ile kablolama tasarımı bir ağaç yapısına dönüştürülmektedir. Şekil 1.1'deki örnek malzeme ağacında gösterildiği gibi bu ağacın kökü besleme kaynağı (elektrik direği), dalları kablolar ve yaprakları malzemeler olmaktadır. Dağıtım panoları, bağlantı noktaları ve her bir malzemenin olduğu yer bir düğümü oluşturmaktadır. Bu şekilde her düğümdeki güç alt düğümlerdeki güçlerin toplamı şeklinde hesaplanıp her düğümün alt dallarındaki akımlar hesaplanabilmektedir. Hesaplanan bu akımlara göre kablo kesitleri seçilip bu kesitleri koruyacak sigorta ve şalterler seçilmektedir.

5.1. AĞAÇ YAPILARI

Ağaç biçiminde oluşturulan kök, dal ve yaprak gibi kavramlara uygun olarak düzenlenen veri yapılarına ağaç yapıları denir. Ağacın her bir elemanına düğüm (node) adı verilir. Ağacın en üstteki düğümüne kök (root) adı verilir. İki düğüm arasındaki bağlantıya dal adı verilir. Bir düğümün bağlı olduğu ilk alt düğümlere o düğümün çocukları (child) denir. Bir düğüm, bağlandığı ilk üst düğümlerin babası (parent)'dır. Bir düğümün bağlı olduğu tüm alt düğümlere o düğümün varisleri (descendant) denir. Bir düğüm, bağlandığı tüm üst düğümlerin atası (ancestor)'dır.

Kök kendi hariç tüm düğümlerin atasıdır. Çocukları olmayan düğümlere yaprak (leaf) adı verilir. Aynı babaya sahip düğümlere kardeş düğüm (sibling, brother) adı verilir. En derindeki yaprağın kök düğümüne olan uzaklığına ağacın derinliği (depth of tree) denir [24].



Şekil 5.1. Kök, dal, yaprak ve seviyeleri ile bir ağaç yapısı.

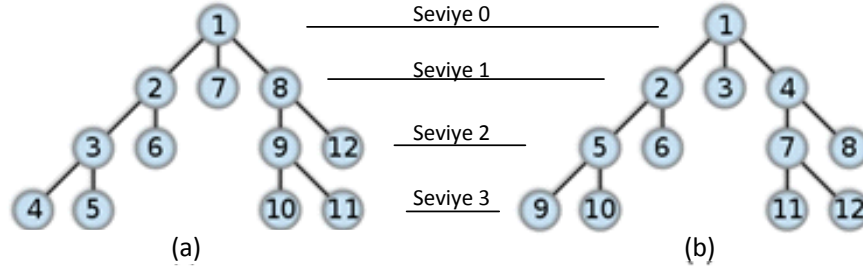
Şekil 5.1'deki ağaç yapısına göre A, B, C, D birer düğümdür. Bu ağaç yapısında A köktür. B ve C, A'nın; D ve E, B'nin çocuklarıdır. C'nin babası A, I'nın babası F'dir. D, G, H ve I birer yapraktır. D, E, G ve H, B'nin varisleridir. G ve H'nin ataları E, B ve A'dır. G ile H, D ile E kardeş düğümlerdir. B düğümünün derinliği 1, E düğümünün derinliği 2, H düğümünün derinliği 3'tür.

Genel ağaç yapısında düğümlerdeki çocuk sayısında ve ağaç yapısında bir kısıtlama yoktur. Ağaç yapısına belli kısıtlamalar getirilmesiyle ağaç çeşitleri meydana gelmiştir. Mesela her yaprağı aynı derinlikte olan ağaç yapılarına dengeli ağaç (balanced tree) denir. Her dalında en fazla iki dal olan ağaçlara İkili ağaçlar (binary trees) denir. Ağaç yapılarında kısıtlamaların az olduğu ve problemlere kolaylıkla uyarlanabildiği bir yapı olduğu için birçok alanda kullanılmaktadır. Örneğin işletim sistemlerinde kullanılan dosya-dizin yapısı tipik bir ağaç modellemesidir.

5.1.1. Kullanılan Ağaç Yapıları Algoritmaları

Hesaplamalar için düğümler üzerinde dolaşırken “Tree Traversal” algoritmaları kullanılmıştır. Bu algoritmalar ağaç yapılarının her bir düğümünü incelemek veya güncellemek için en az bir kere dolaşmaya denir. Bu algoritmalar ağaç yapılarının düğümlerinin dolaşılması sırasına göre ikiye ayrılmıştır. Bunlar derinlik öncelikli

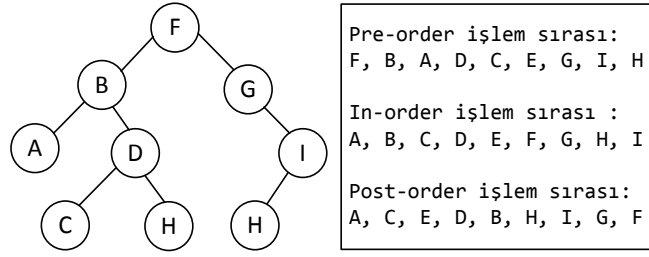
dolaşım (Depth-first traversal) ve genişlik öncelikli dolaşım (Breadth-first traversal) olarak isimlendirilirler. Derinlik öncelikli dolaşım yönteminde ağaç yapısının en dip seviyesine inilmeden sonraki düğüme geçmek için geri dönmez. Genişlik öncelikli dolaşım yönteminde ise ağaç yapısındaki düğümler seviye sırasına göre incelenir. Şekil 5.2’de her iki yöntemin dolaşım sıraları verilmiştir [25].



Şekil 5.2. Aynı ağaç yapısında a) Derinlik öncelikli dolaşım sırası, b) Genişlik öncelikli dolaşım sırası.

Yapılan çalışmada hesaplama işlemleri için ağaç düğümlerinde dolaşırken derinlik öncelikli dolaşım yöntemi kullanılmıştır. Derinlik öncelikli dolaşım yöntemi ağaç aramalarında derinlik öncelikli arama (Depth-first search) olarak geçer. Derinlik öncelikli arama yönteminin bir versiyonu 19. yüzyılda Fransız Matematikçi Charles Pierre Trémaux tarafından labirent çözümlerinde bir strateji olarak incelenmiştir [26].

Ağaç yapılarında her düğüm kendi alt düğümleri için kök olarak tanımlanabilir. Bu yüzden ağaç yapılarında dolaşmanın en iyi yöntemi öz yinelemeli (recursive) yöntemlerdir. İşlem yapmak için “Depth-first traversal” yönteminde recursive olarak üç farklı şekilde işlem yapılabilir: “Pre-order”, “post-order” ve “in-order”. “Pre-order” yönteminde önce işlem yapılır sonra alt düğüme geçilir. “Post-order” yönteminde önce alt düğüme geçilir sonra işlem yapılır. “in-order” yönteminde ise ikili ağaç yapılarında kullanılır. Önce sol düğüm sonra sağ düğüme geçilir sonra ana düğüme geçilir. Üç yöntem için Şekil 5.3’teki ağaç yapısına göre işlem sıraları verilmiştir [25].



Şekil 5.3. Ağaç yapısında dolaşım yöntemine göre işlem öncelik sıraları.

Yapılan çalışmada sadece “pre-order” ve “post-order” yöntemleri kullanılmıştır. Güç hesaplamalarında ve faz dengelemede “post-order” yöntemi, gerilim düşümü hesaplamalarında ise “pre-order” yöntemi kullanılmıştır. Aşağıda pre-order ve post-order yöntemlerinin C dili recursive olarak kodlanması Şekil 5.4’te verilmiştir.

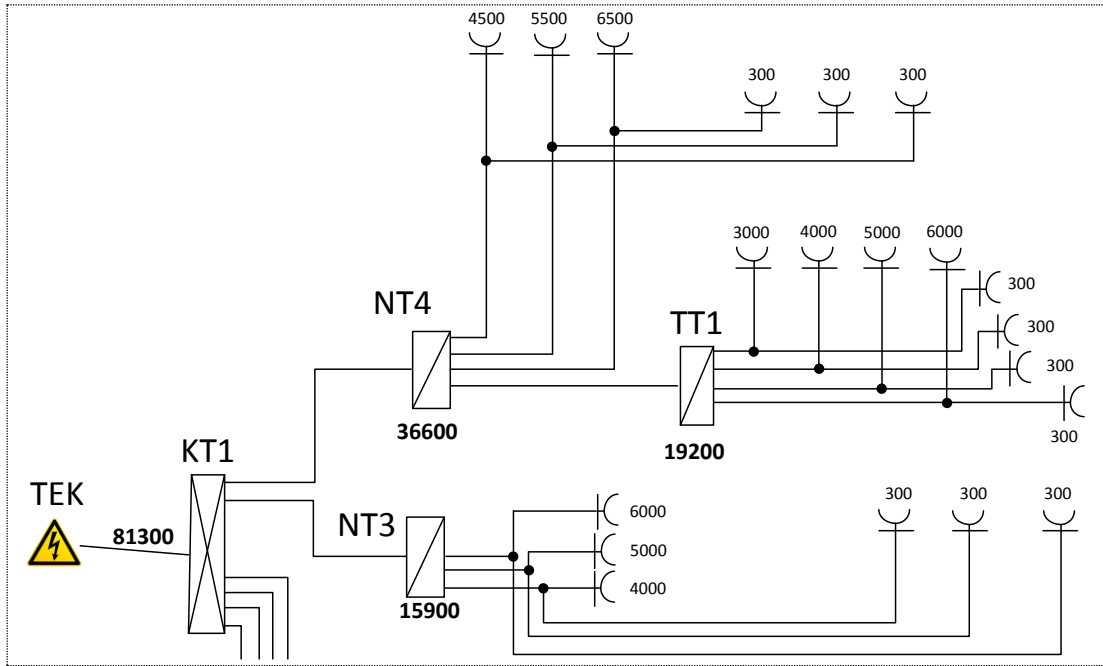
<pre> void preorder(tree t) { if(t == NULL) return; printf("%d ", t->val); //işlemler for(int i=0;i<t->nChild;i++) preorder(t->Child[i]); } </pre>	<pre> void postorder(tree t) { if(t == NULL) return; for(int i=0;i<t->nChild;i++) postorder (t->Child[i]); printf("%d ", t->val); // işlemler } </pre>
--	--

Şekil 5.4. Ağaç yapısında dolaşım yöntemlerinin C dili ile kodlanması.

5.2. ÇİZİMDEN MALZEME AĞACI OLUŞTURMA

Çizimden malzeme ağacı oluşturmaya başlamak için öncelikler çizimdeki tüm kabloların polyline şeklinde tanımlanmış olması zorunludur. Eğer iki polyline nesnesinin uç noktaları aynı olup arada bağlantı noktası veya başka bir malzeme yoksa bu polyline nesnelere birbirine eklenerek tek bir polyline nesnesine dönüştürülmektedir. Böylece iki düğüm arası kesinlikle tek parça polyline nesnesi olmaktadır. Daha sonra çizimde kullanılan tüm malzemeler çizimin içinden kondukları geometrik noktaları ile beraber listelenmektedir. Bu malzemeler içinden öncelikle elektrik kaynağı bulunmaktadır. Elektrik kaynağı, ağaç yapısını oluşturmaya başlamak için en önemli noktadır. Çünkü elektrik kaynağı malzeme ağacının kökünü oluşturacaktır. Eğer elektrik kaynağı bulunamazsa kullanıcı uyarılıp

elektrik kaynağının çizime eklenmesi beklenir. Elektrik kaynağı olarak tanımlanmış şeklin konulmuş olduğu noktadaki polyline nesnesi alınır, bu elektrik kaynağı ile ana dağıtım panosu arasındaki kablo bağlantısı olacaktır. Bu polyline nesnesinin geometrik olarak diğer ucundaki malzeme ana pano olmalıdır. Eğer polyline nesnesinin diğer ucundaki malzeme dağıtım panosu ise; dağıtım panosunun dağıtım uçlarındaki her bir polyline ucu ayrı ayrı olarak alınıp diğer uçlarındaki malzemeler veya dağıtım panoları bulunur. Bu işlem özyinelemeli (recursive) olarak tekrarlanır. Her noktada bulunan malzeme ayrı bir düğüm olarak tanımlanıp bir önceki düğüme çocuk olarak eklenerek malzeme ağacı oluşturulmaktadır. Malzemeleri bir birine bağlayan polyline nesnelere ağacın dalları olarak, polyline nesnelere uzunlukları da kablo uzunluğu olarak değerlendirilmektedir. Şekil 5.5'te prizlerden ve dağıtım panolarından oluşturulmuş örnek bir malzeme ağacı verilmiştir. Güçler W cinsindedir.



Şekil 5.5. Güçleri ile beraber örnek malzeme ağacından bir kesit.

Her bir düğümde o düğüm için kurulu güç bilgisi, akım, kablo kesiti, kablo tipi, aparatların tipi ve amper değerleri, gerilim bilgileri, ışık gücü, priz gücü, motor gücü, alt düğümlerdeki malzeme sayısı ve hesaplamalarda kullanılan daha birçok veri bulunmaktadır.

Malzeme ağacı oluşturulduktan sonra, bu ağacı ve düğümlerdeki bilgiler kullanılarak güç hesaplama, faz dengeleme, ağacın her dalından geçecek akım, bu akımlara göre olması gereken kesitler ve bu kesitleri koruyacak şalter ve sigortalar hesaplanarak kolaylıkla seçilebilmektedir.

5.3. GÜÇ HESAPLAMA VE FAZ DENGELEME

Projedeki hesaplamaların tamamı güce bağlıdır. Projede kullanılan bütün elektrik malzemelerin toplam gücüne projenin kurulum gücü denilmektedir. Ancak tüm malzemelerin aynı anda kullanılmayacağı düşünülürse aslında projenin gücü kurulu güçten daha az olmaktadır. Buna talep gücü veya eş zamanlılık gücü denilmektedir. Her bir düğümdeki kurulu güç ve talep gücü derinlik öncelikli ağaç dolaşım algoritmasının post-order yöntemi ile hesaplanmıştır. Her düğümdeki malzeme türüne göre talep güçleri hesaplanarak düğüm güncellenmektedir.

5.3.1. Kurulu Gücün Hesaplanması

Projedeki toplam kurulu güç, oluşturulan malzeme ağacındaki güç tüketen tüm malzemelerin güçlerinin toplamına eşittir. Her düğümdeki güç alt düğümlerdeki güçlerin toplamına eşittir. Ağacın düğümleri üzerinde özyinelemeli (recursive) dolaşarak bütün düğümlerdeki güçler Şekil 5.6'daki kod ile hesaplanmaktadır.

```
double CalcNodePower(PowerNode nd)
{
    for (int i = 0; i < nd.nNodes; i++)
        nd.power += CalcNodePower(nd.Nodes[i]);

    nd.power += nd.tool.power;
    return nd.power;
}
```

Şekil 5.6. Recursive olarak kurulu gücün hesaplanması.

Güçlerin toplanması için ağaç dolaşım algoritmalarından derinlik öncelikli dolaşım kuralı post-order yöntemi ile kullanılmıştır. Bu yöntem sayesinde her bir düğümün gücü kendi alt düğümlerinin gücünün toplamı olarak hesaplanabilmektedir.

5.3.2. Eşzamanlı Gücün Belirlenmesi

Elektrik projeleri yapılırken sistemin toplam gücünün belirlenmesi gerekir ve bu güce Kurulu Güç denir. Fakat sisteme bağlı olan bütün tüketiciler aynı anda çalışmazlar. Aynı anda çalışması muhtemel olan tüketicilerin sistemden çekeceği güce ise Talep Gücü denilmektedir. Talep edilen gücün kurulu güce oranı ise eşzamanlılık (talep) faktörünü verir. Yani eş zamanlılık faktörü gücün yüzde kaçının aynı anda sistemden çekilebileceğini gösterir. Elektrik projeleri eşzamanlılık faktörü göz önüne alınarak yapılmaktadır. Hesaplar yapılırken, eş zamanlılık faktörü yardımıyla bulunan talep gücü dikkate alınmaktadır. Eğer kurulu güç dikkate alınsaydı, kullanılacak iletkenlerin çapları ve malzemelerin kapasiteleri artacak, benzer şekilde transformatörün boyutu de artacak dolayısıyla maliyet artacaktır [27].

Eş zamanlı güç (aynı zamanda çekilen güç), kurulu güç değerinin eş zamanlılık katsayısı ile çarpılmasıyla bulunur. Eş zamanlı güç hesaplamaları yapıların karakteristik özelliklerine göre değişmektedir. Konutlarda kurulu güç genel olarak ışık gücü, priz gücü ve biliniyorsa ev aletlerinin gücünden oluşur. Konutlarda bir dairenin eş zamanlı yükünün belirlenmesinde; kurulu gücün 8000 W'a kadar olan bölüm için %60, kalan kısmı için %40 olarak hesaplanmaktadır [2].

Çizelge 5.1. Konut binalarında eş zamanlılık katsayısı.

Daire Sayısı	Eş Zamanlı Katsayı (%)
3-5	45
5-10	43
11-15	41
16-20	39
21-25	36
26-30	34
31-35	31
36-40	29
41-45	28
46-50	26
51-55	25
56-61	24
62 ve daha fazla	23

Konut binalarının ana dağıtım ve sayaç tablosundaki eşzamanlı yükünün belirlenmesi için Çizelge 5.1'deki eşzamanlılık katsayıları esas alınmaktadır. Köy kasaba ve imar planı bulunmayan alanlarda yapılan tek evlerde ve yazlıklarda bu esaslara uyulmayabilir. Bütün konutlarda eş zamanlılık yük 3000 W'tan az olamaz [2].

Konut dışı binalar; örneğin, idare binaları, işyerleri, sağlık binaları, alışveriş alanları için eşzamanlılık katsayılarında iç tesisler yönetmeliğine göre Çizelge 5.2'den belirlenmektedir [2].

Çizelge 5.2. Konut dışındaki binalarda eş zamanlılık katsayısı.

Binanın Cinsi	Yükün Cinsi	Yük	Eşzamanlılık Katsayısı
Hastaneler	Aydınlatma	İlk 50 kVA	40
		50 kVA'dan sonrası için	20
	Priz	İlk 10 kVA	100
		10 kVA'dan sonrası	50
Asansör	Tamamı	85	
Oteller Moteller Tatil Köyleri	Aydınlatma	İlk 20 kVA	50
		20-100 kVA arası	40
		100 kVA'dan sonrası için	30
	Priz	İlk 10 kVA	100
		10 kVA'dan sonrası	50
Asansör	Tamamı	100	
Bürolar Depolar Dükkanlar	Aydınlatma	İlk 12,5 kVA	100
		12,5 kVA'dan sonrası için	50
	Priz	İlk 10 kVA	100
		10 kVA'dan sonrası	50
Asansör	Tamamı	55	
Okullar	Aydınlatma	Tamamı	100
	Priz	İlk 10 kVA	100
		10 kVA'dan sonrası	50
Asansör	Tamamı	85	
Diğer binalar	Aydınlatma	Tamamı	100
	Priz	İlk 10 kVA	100
		10 kVA'dan sonrası	50
Asansör	Tamamı	55	

Eşzamanlılık katsayıları sırasıyla en uçtaki panolardan geriye doğru tüm panolar için ayrı ayrı uygulanır. Bazı özel durumlarda tablolarda verilen değerler kullanılmayabilmektedir. Böyle durumda özel haller dikkate alınarak eşzamanlılık katsayısının manuel olarak girilebilmesi sağlanmıştır.

Örneğin konut olarak kullanılan bir dairede toplam kurulu güç 12000 W olsun. Bunun talep gücünün hesaplanması için ilk 8000W gücün %60'ı kalan gücün %40'ı alınmak suretiyle hesaplanmaktadır. Bu durumda bu daire için talep gücü 6400 W olacaktır. Talep gücü kurulu güce bölünerek talep faktörü hesaplanmaktadır. Örnekteki daire için talep faktörü $6400/12000=0,533$ olacaktır. Yani bu daire eş zamanlı olarak kurulu gücün en fazla %53,3'ünü kullanmaktadır. Burada %53,3 bu daire için eş zamanlılık katsayısıdır. Eğer bir binada örnekteki daire gibi 12 daire varsa bu durumda bu bina için eş zamanlılık katsayısı Çizelge 5.1'den binanın toplam kurulu gücünün %41'i olarak alınacaktır.

5.3.3. Faz Dengeleme

Üç fazlı tesislerde fazların dengeli olarak dağıtılması özellikle kullanılacak kesitler için önemli bir faktördür. Anlık olarak çekilen gücün tam olarak dengeli olması çok fazla mümkün olamamaktadır. Bu durum ancak tesisteki tüm tüketim elemanlarının üç fazlı olması ile mümkün olabilir. Özellikle konut gibi yapılarda çoğunlukla monofaze elemanlar kullanıldığı için bütün tesis ya monofaze olacaktır veya üç fazlı olacaksa bile kurulu gücün çok iyi bir şekilde üç faza bölünmesi kullanılacak kesitler için avantaj olacaktır. Bir tesiste bir tane bile üç fazlı eleman varsa sistemi üç fazlı yapar.

Faz dengeleme yapılırken üç fazlı elemanlar ile ilgilenmeye gerek yoktur. Çünkü zaten bu elemanlar üç faza dengeli olarak dağıtılmaktadır. Önemli olan tek fazlı elemanların dengeli bir şekilde fazlara dağıtılmasıdır. Üç faz R, S ve T fazları olarak isimlendirilmektedir. Faz dengeleme ile amaçlanan her dağıtım panosunun olabildiğince uygun dengelenmesi ve neticede ana dağıtım panosunun olabilecek en dengeli şekilde getirilmesidir. Dengeleme kurulu güçler üzerinden yapılmaktadır. Bu yüzden anlık dengelemeden bahsetmek çok gerçekçi olmayacaktır.

Faz dengeleme oluşturulan malzeme ağacı üzerinden yapılmaktadır. Bu işlemler yapılırken geçici olarak Faz1, Faz2 ve Faz3 değişkenleri tanımlanmaktadır. Dengeleme işlemleri için öncelikle malzeme ağacının en dip seviyelerindeki dağıtım

tabloları olan düğümlerden başlanır. Derinlik öncelikli dolaşım algoritması post-order yöntemi ile kullanılarak dip seviyelerdeki düğümler kendi içerisinde olabilecek en dengeli üç faza ayrıştırılır. Bunu yapmak için tablodaki tüm monofaze (tek fazlı) güçler büyükten küçüğe sıralanır. Sonra sırasıyla ilk üç büyük güç sırasıyla Faz1, Faz2 ve Faz3'e verilir. Daha sonra kalan güçlerden her alınan güç üç fazdan küçük olanına eklenir. Böylece dip seviyedeki tablo dengeli olarak dağıtılmış olur. Tabloda zaten üç fazlı bir eleman varsa bu eleman direkt olarak üçe bölüneceğinde dengelemeyi etkilemeyecektir.

Çizelge 5.3'te her linyenin gücü ve faz türü karşısında verilmiş 11 adet linyesi olan örnek bir dağıtım tablosunun dengelenme senaryosu verilmiştir. Buna göre öncelikle en büyük tek fazlı linye olan L8 numaralı linye Faz1'e, ikinci büyük tek fazlı linye olan L3 numaralı linye Faz2'ye, üçüncü büyük tek fazlı linye olan L9 numaralı linye Faz3'e verilmiştir. Daha sonra büyükten küçüğe doğru bütün linyeler sırasıyla güç toplamı küçük olan faza verilmiştir. Üç fazlı olan L11 numaralı linye ise doğrudan üçe bölünmüştür. Bu şekilde bu senaryo için en uygun dengeleme seçeneği ortaya çıkmış olmaktadır.

Çizelge 5.3. Alt seviyedeki bir tabloda faz dengeleme örneği.

Linye No	Linye Gücü	Linye Tipi		Faz1	Faz2	Faz3
L1	1600	1 Faz				1600
L2	1500	1 Faz			1500	
L3	2200	1 Faz			2200	
L4	900	1 Faz			900	
L5	600	1 Faz			600	
L6	1200	1 Faz				1200
L7	1400	1 Faz		1400		
L8	2500	1 Faz		2500		
L9	2000	1 Faz				2000
L10	900	1 Faz		900		
L11	1500	3 Faz		500	500	500
Toplam:	16300					
Ort. Faz Gücü:	5433,33		Toplam:	5300	5700	5300

En alt seviyedeki bu tablonun ismi T1 tablosu olsun. T1 tablosunun yukarıdaki algoritmaya göre Çizelge 5.4'teki şekilde fazlara dağıtıldığını gördük.

Çizelge 5.4. T1 tablosunun dengelenmiş hali.

Tablo	Toplam Güç		Faz1	Faz2	Faz3
T1	16300		5300	5700	5300

Aynı algoritma ile T1 ile aynı seviyedeki başka üç tablonun da Çizelge 5.5'teki gibi fazlara dağıtıldığını varsayalım.

Çizelge 5.5. T2, T3 ve T4 tablolarının dengelenmiş hali.

Tablo	Toplam Güç		Faz1	Faz2	Faz3
T2	15100		5300	4800	5000
T3	15600		5200	4900	5500
T4	16400		5600	5500	5300

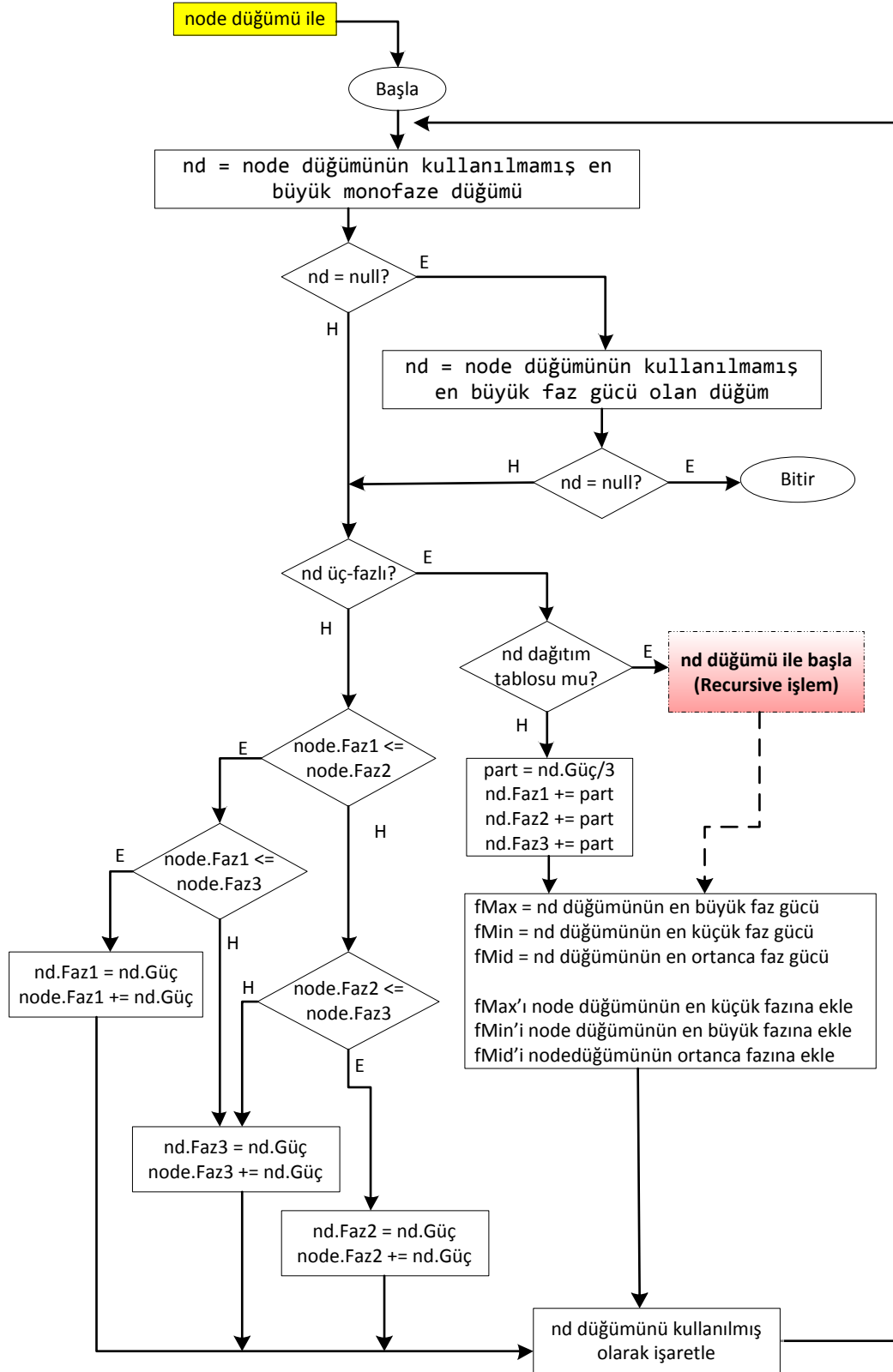
Çizim ağacının dip seviyesindeki her bir tablo bu şekilde dengelendikten sonra bir üst seviyedeki tablolara geçilir. Bir üst seviyedeki tablolarda alt seviyedeki her tablonun fazlarının dengeli olabilmesi için alt seviye tablolarındaki fazların yerleri değiştirilebilir. Alt seviyedeki tablolar üst seviyedeki tabloların üç fazlı fakat fazları tam dengeli olmayabilen bir elemanı olarak değerlendirilebilir. Bu senaryoya göre bu dört tablonun üst seviyesi olan bir tablonun dengelenmiş hali Çizelge 5.6'da gösterilmiştir. Alt seviyedeki tablo linyeleri ile beraber başka linyeler de verilmiştir. Alt seviyedeki tablo linyeleri tablo isimleri olan T1, T2, T3 ve T4 olarak isimlendirilmiştir. Üst seviyedeki tablolarda dengeleme yapmak için önce alt seviye tablolarında yapıldığı gibi varsa kendi linyeleri dağıtılır. Daha sonra alt seviye tablolara bakılır. En büyük faz gücüne sahip tablo öncelikle alınır. Alınan bu tablonun büyük fazı ana tablonun küçük fazına, küçük fazı da ana tablonun büyük fazına gelecek şekilde yeniden dağıtılır. Bu senaryoya göre üst seviye olan bu tabloda kendi linyeleri dağıtıldıktan sonra tabloların fazlarının yeniden dağıtılması için ilk önce en büyük faza sahip olan T1 tablosu alınmıştır. Çünkü T1 tablosunda 5700 W değerinde bir güç vardır ve bu senaryoya göre alt seviye diğer tablolara göre en büyük faz gücüdür. Dikkat edilirse T1 tablosunun fazları üst seviye tablosunda Faz1, Faz2, Faz3 sırasıyla 5300, 5300, 5700 olacak şekilde dağıtılmıştır. Hâlbuki ilk defa dengeleme yapılırken sırasıyla 5300, 5700, 5300 olacak şekilde dağıtılmıştı. Faz2 ve Faz3 üst seviye tablosunun dengeli olabilmesi için yer değiştirmiştir. Bu

durumda T1 tablosunda Faz2 linyeleri Faz3'e, Faz3 linyeleri de Faz2'ye yeniden atanacaktır. Bu durum diğer tablolar için de geçerlidir. Daha da üst seviye tablolara çıkıldıkça fazların yeri tekrardan değişebilmektedir.

Çizelge 5.6. Üst seviyedeki bir tabloda faz dengeleme örneği.

Linye No	Linye Gücü	Linye Tipi		Faz1	Faz2	Faz3
T1	16300	3 Faz		5300	5300	5700
T2	15100	3 Faz		5000	5300	4800
T3	15600	3 Faz		5200	4900	5500
T4	16400	3 Faz		5300	5600	5500
L1	1500	1 Faz				1500
L2	2100	1 Faz			2100	
L3	900	1 Faz		900		
L4	600	1 Faz			600	
L5	1200	1 Faz			1200	
L6	900	1 Faz		900		
L7	2400	1 Faz		2400		
L8	2000	1 Faz				2000
L9	1800	3 Faz		600	600	600
Toplam:	76800					
Ortalama Faz Gücü:	25600		Toplam:	25600	25600	25600

Bu işlemler bu şekilde recursive olarak devam eder. Sonuçta tüm tesisattaki kurulu güç olabilecek en dengeli hale gelmiş olmaktadır. Fazlar bu şekilde dağıtıldıktan sonra Faz1 için R, Faz2 için S, Faz3 için T fazı denilmektedir. Projedeki fazların dengelenmesi için gerekli akış diyagramı Şekil 5.7'de verilmiştir.



Şekil 5.7. Faz dengeleme akış diyagramı.

5.4. AKIMA GÖRE KESİT, ŞALTER VE SİGORTA BELİRLEME

Malzeme ağacı oluşturulduktan sonra her düğümünden geçen akım düğümün gücüne ve fazına göre aşağıdaki eşitlik ile hesaplanabilmektedir.

$$\text{Güç}=\text{Volt}*\text{Akım}*\cos(\phi) \quad (5.1)$$

$\cos(\phi)$; AC devrelerde güç faktörü olarak adlandırılır, ϕ voltaj ile akım arasındaki açıdır. 1 olması gereken bu değer yükün durumuna göre yük nedeniyle bozulur ve birin altına düşer. Güç faktörünün şebekelerde 0,9 un altına düşmemesine dikkat edilir. Akımla voltaj arasında meydana gelen $\cos(\phi)$ değerini düzeltmek için kompanzasyon devreleri kullanılır [18].

Ancak kesitlerden geçecek akımlar tablolardaki kurulu güce göre değil, talep gücüne göre hesaplanmaktadır. Çünkü kurulu güçlerin anlık olarak beraber çalışacakları düşünülmemektedir. Dolayısıyla örneğin konut olarak kullanılan bir dairede toplam kurulu güç 16.300 W iken bunun talep gücü hesaplamalara göre 8.240 W olacaktır. Talep gücü kurulu güce bölünerek talep faktörü hesaplanınca, örnekteki daire için talep faktörü $8.240/16.300= 0,5055$ olacaktır. Yani bu daire eş zamanlı olarak kurulu gücün en fazla %50,55'ini kullanacaktır.

Eğer örnekteki bu daire üç fazlı ise bu durumda en yüklü faz için akım hesaplaması yapılır. Örnekteki bu dairede güçlerin fazlara 5300, 5300, 5700 şeklinde dağıtıldığı varsayılırsa en yüksek faz gücü 5700 W olacaktır. En yüksek faz gücü üzerinden talep gücü hesaplanınca $5700 * 0,5055 = 2881,35$ W olacaktır. Bu durumda bu dairedeki kat dağıtım tablosunun kablосundan geçecek akım aşağıdaki eşitliğe göre 14,55 Amper olacaktır. ($\cos(\phi)$ değerinin 0,9 olduğunu varsayalım)

$$\text{Akım} = \text{Talep Gücü} / (\text{Volt} * \cos(\phi)) \quad (5.2)$$

Eğer bu daire tek fazlı olsaydı bu durumda kesitten geçecek akım 41,61 amper olacaktır. Birinci durum için kullanılması gereken kesiti koruyacak sigorta için 16

amperlik sigorta yetiyorken ikinci durum için en az 50 amperlik sigortanın kullanılması gerekecekti. Aynı şekilde kesit kalınlığı da akım ile doğrudan ilişkilidir. Görüldüğü gibi projenin üç faza ayrılarak fazların dengeli dağıtılması proje maliyetini doğrudan etkileyen bir faktördür.

Malzeme veri tabanında kablo türlerine göre her kablo kesitinin taşıyabileceği akım ve her kablo kesitini koruyacak sigorta ve şalterler belirlenmiştir. Bu kayıtlara göre olması gereken kesit, şalter ve sigorta veri tabanından sorgulanarak seçilmektedir. Fakat kesitler, şalterler ve sigortalar sadece akım değerlerine göre seçilmemektedirler. Örneğin 2,5 mm² kesitli bir kablo 20 amperlik akım taşıyabiliyorken bu akım için bu kesit her zaman kullanılmaz. Çünkü kablonun uzunluğuna göre gerilim düşebileceği için daha yüksek bir kesit tercih edilebilir. Tasarlanan bu programda kesitler ilk başta akıma göre seçilmektedir. Daha sonra gerilim düşümüne göre kesitler düzeltilmektedir. Düzeltelen kesitlere göre şalter ve sigortalar belirlenmektedir.

5.5. GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI

Yapılan projelerde ana kolon, kolon ve linye hatlarında kullanılan iletken kesitlerinin uygun olup olmadığı gerilim düşümü kontrolü ile belirlenir. Elektrik tesisinde kablo kesitinin seçilmesi; gerilim düşümünün hesabı, kullanılacak kablonun kurulacak gücü ne kadar uzağa taşıyabildiği ve kullanılacak kablonun maksimum taşıyabileceği akım göz önünde bulundurularak yapılır. Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğinde gerilim düşümünün nasıl yapılacağı ve gerilim düşümünün hangi sınırlar içinde olması gerektiği açıkça belirtilmiştir.

Elektrik İç Tesisler Yönetmeliğine göre iç tesis hatlarında sürekli en büyük işletme akımı ile işletme gerilimine göre yüzde gerilim düşümü; Yapı bağlantı kutusu ile tüketim araçları arasında: Aydınlatma ve priz devreleri için %1,5'i, Motor devreleri için %3'ü geçmemelidir. Yapının ya da yapı kümesinin beslenmesi için bir transformatör kullanılmışsa, bu transformatörün çıkış uçları ile yapı bağlantı kutusu arasındaki gerilim düşümü % 5'i geçmemelidir [2].

Çizelge 5.7’de bir fazlı ve üç fazlı sistemler için gerilim düşümü eşitlikleri verilmiştir [2]. Bu formüllere göre kesitler için gerilim düşümü hesaplanıp seçilen kesitin uygun olup olmadığına bakılır. Bu hesaplamalar malzeme ağacındaki her bir eleman için yapılmaktadır. Eğer bir malzeme için bir kesitin uygun olmadığı hesaplamalar sonucu ortaya çıkarsa bu durumda bir üst düğüm ile bu düğüm arasına bakılmaktadır. Eğer bir üs düğümü besleyen kesit bu düğümü besleyen kesitten en az iki kesit büyük ise bu durumda düğümü besleyen kesit bir arttırılarak hesaplamalar tekrar yapılır. Eğer uygun değilse bu durumda bir üst düğüme daha çıkılır ve aynı işlemler bu düğüm için de yapılır. Bu işlemler hesaplamalar sonucunda gerilimler uygun olana kadar recursive olarak devam eder.

Çizelge 5.7. Gerilim düşümü hesaplama eşitlikleri.

<i>Devreler</i>	<i>Volt</i>	<i>Formüller</i>	<i>Sonuç</i>
<i>3 Faz</i>	<i>380</i>	$\%e = \frac{100L.N.}{K.S.U.^2} = \frac{10^5 L.N.(kW)}{56.S.(380)^2}$	$0,0124 \frac{L.N.}{S.}$
<i>1 Faz</i>	<i>220</i>	$\%e = \frac{200L.N.}{K.S.U.^2} = \frac{2 \times 10^5 L.N.(kW)}{56.S.(220)^2}$	$0,074 \frac{L.N.}{S.}$
<i>%e: Gerilim Düşümü (yüzde)</i>		<i>S: İletken Kesiti (mm²)</i>	
<i>N: Güç (kW)</i>		<i>K: öz İletkenlik Katsayısı (m/Ωmm²)</i>	
<i>U: Gerilim (volt)</i>		<i>K (Cu) için 56 m/Ωmm²</i>	
<i>L: Hat Uzunluğu (metre)</i>		<i>K (Al) için 35 m/Ωmm²</i>	

5.6. ŞEMALAR VE TABLOLAR

Hazırlanan bu program ile projenin özeti mahiyetinde olan şemalar ve tablolar oluşturulan malzeme ağacından otomatik olarak çıkarılmaktadır. Aşağıda bu tabloların tanımları ve amaçları verilmiştir.

5.6.1. Kolon Şeması

İç tesisat projelerinde bina bağlantı kutusu ile dairelerdeki dağıtım tablolarına kadar olan tüm devre elemanların çizildiği şemadır. Bu şemada sayaç, sigorta, kaçak akım

şalteri gibi devre elemanlarının akımları belirtilir. Ana kolon, kolon hattı kesitleri, gerilim düşümü hesaplarından sonra şema üzerine yazılır. Kolon şeması, mimari kat sayısına uygun olarak çizilir, tabloların isimleri, güçleri, sigorta ve şalter anma değerleri, ana tablodan itibaren kolon hattı uzunluğu, kesiti ve cinsi ile ana tabloda hangi faza bağlı olduğu ve sayaç anma akımları belirtilir [27].

5.6.2. Tablo Yükleme ve Faz Dağıtım Cetveli

Tablo yükleme ve faz dağıtım cetveli çizilen aydınlatma projesinin bir özetidir. Tabloların yükleme cetvelleri, yüklerin özelliklerini, sorti cins ve sayılarını, linye güçlerini, sigorta cins ve kesme kapasitelerini ve gerekli diğer bilgileri kapsar. Yükleme cetvelinde; hangi tabloya kaç linye bağlanmıştır? Hangi numaralı linye ışık linyesidir? Hangi numaralı linye priz linyesidir? Hangi linyede kaç adet sorti bulunur? Hangi linyede kaç watt güç dağıtılmıştır gibi soruların cevabını bulunmaktadır. Elektrik dağıtım sistemlerinde fazlar arası yükün dengeli dağıtılmaz ise dağıtım hatlarında ve trafolarında sorunlar yaşanmaktadır. Bu nedenle elektrik dağıtıcıları projelerde fazlar arası yükün dengeli dağıtılmasını istemektedirler. Bu durum yerel trafoların yüklenmesini ve yük dağılımını çok ilgilendirmektedir. Yükleme cetvelinde faz dağılımını göstermek zorunludur. Doğru faz dağıtımı; besleme trafolarının sağlıklı çalışmasını sağlayacaktır. Yani, fazlara eşit ya da yaklaşık oranlarda güç dağıtımı yapılmalıdır [27].

5.6.3. Tablo Talepleri, Gerilim Düşümü ve Akım Kontrolü Tablosu

Tablo talepleri tablosu her tablo için kurulu gücün, talep gücünün ve talep faktörünün bulunduğu bir tablodur. Her tablo için talep faktörü hesaplama yöntemi tabloya eklenmiştir.

Akım kontrolü hesabı ana kolon ve kolon hatlarında kullanılan kabloların akım taşıma kapasitelerinin test edilmesi ile uygunluk kontrolünün yapıldığı bir tablodur. Tabloya yapılan hesaplamalar sonucu kabloların akım taşıma kapasiteleri ile kesitten

gececek akımlar karşılaştırılarak seçilen kablonun uygun olup olmadığı bilgileri eklenmiştir.

5.6.4. Aydınlatma Tablosu

Her mahal için kullanılan armatür bilgilerinin ve mahal bilgilerinin detaylı olarak bulunduğu bir tablodur. Tabloda mahallin eni, boyu, yüksekliği, yansıtma katsayıları, kullanılan armatürlerin özellikleri, aydınlatma hesaplamaları, istenilen aydınlatma değerleri ile sağlanan aydınlatma değerleri gibi birçok veri bulunmaktadır. Bu tablo bütün aydınlatma işlemlerinin özeti gibidir. Çizelge EK A.1’de örnek bir aydınlatma tablosu verilmiştir.

5.6.5. Maliyet Hesabı ve Keşif Tablosu

Çizilen projenin uygulandığını düşünürse, projede yer alan her çizimin, kullanılan her malzemenin ve bu malzemeleri yerine monte edecek her işçiliğin bir maliyeti olur. Maliyet hesabı bir tesiste kullanılacak malzemelerin ve bunların yerine montajı için alınacak bedellerin belirlenerek, bu tesisin hangi maliyete bitirileceğinin saptanmasıdır. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, her yıla ait, o yılın başında birim fiyat listesi yayınlamaktadır. Poz numarası adında tüm işlerin tanımları kesin dille yapılmıştır [27].

Yapılan bu programda malzeme veri tabanı her malzeme için hem poz numarasına göre hem de markasına göre fiyat eklenecek şekilde tasarlanmıştır. Proje çizim ağacının analizi ile kullanılan bütün malzemeler ve bütün kablolar metresine kadar hesaplanabilmekte ve istenirse markalarına göre fiyatları çıkarılabilmektedir. Çıkarılan bu malzeme fiyat listesi keşif tablosu olarak projeye eklenmektedir.

Örnek bir projenin program tarafından yapılmış çizimi, malzeme ağacı, kolon şeması, tablo yükleme cetveli, gerilim düşümü hesabı, tablo talepleri ve akım kontrolü tabloları, aydınlatma tablosu ve keşif tablosu ile komple bir proje ek olarak eklenmiştir.

BÖLÜM 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüz rekabet koşulları içerisinde hızlı, ucuz ve güvenilir çözümler üretmek mühendislerin önemli bir amacı olmuştur. Bu yüzden bilgisayar yazılımları mesleki alanlarda işleri kolaylaştırmak için vazgeçilmez bir araç olmuştur. Elektrik mühendisleri de çizecekleri elektrik iç tesisat projelerinin hızlı, ucuz ve güvenilir olmasını sağlamak için hazırlanan bu uygulama programını kullanmaları kendilerine birçok avantaj sağlayacaktır.

Birçok algoritma geliştirilerek oluşturulan detaylı çizim programı ile aşağıdaki avantajlar elektrik tesisat çizimi için sağlanmıştır:

- Çizim dosyası mimari projeden elektrik projesi için hazırlanması Autocad programına göre çok daha hızlı ve daha kolay yapılabilmektedir.
- Aydınlatma armatürleri konulacak mahallin vaziyetine, büyüklüğüne ve istenen aydınlatma şiddetine göre otomatik olarak seçilebilmektedir. Böylece hem doğru malzeme seçilebilmekte hem de zaman ve hata riski minimize edilmektedir. Aydınlatma tablosu otomatik olarak çıkarılmaktadır.
- Duvara referanslı konulan malzeme yerleşimi hızlı ve doğru bir şekilde açıldırılarak yapılmaktadır.
- Kablolama çizimi imleç yardımı ile duvarlar takip edilerek duvara referanslı olarak çok hızlı bir şekilde yapılabilmektedir.
- Kablolamalar yapılırken bağlantı noktalarına buatlar, armatürlere anahtarlar otomatik olarak konularak zamandan tasarruf edilmektedir.
- Tesisatın kurulu gücü otomatik olarak hesaplanıp faz dengelemeler otomatik ve doğru bir şekilde yapılmaktadır.

- Tablo talep güçleri yapının karakteristiğine göre otomatik bir şekilde hesaplanmaktadır. Böylece hesaplamalar talep gücüne göre yapılır.
- Kesit, şalter ve sigorta gibi malzemeler hızlı ve doğru bir şekilde seçilerek proje güvenliği sağlanmaktadır.
- Kolon şeması, tablo yükleme cetveli, gerilim düşümü ve akım kontrolü tabloları doğru ve hızlı bir şekilde çıkarılmaktadır.
- Projede kullanılan tüm malzemeler otomatik olarak listelenmekte ve hızlı bir şekilde proje maliyeti hesaplanmaktadır. Malzeme markaları veya kullanılan malzemelerden bazıları değiştirilince proje maliyeti hızlı bir şekilde yeniden hesaplanabilmektedir.
- Bu program sayesinde proje çizimleri daha kolay ve daha hızlı yapılabileceğinden daha az zamanda çok proje çizerek rekabet gücünü arttıracaktır.

Autocad veya başka standart bir CAD programı ile çizilen büyükçe bir elektrik projesi hesaplamalar dâhil günler alabilirken, geliştirilen bu uygulama programı kullanılarak tüm hesaplamalar (güç, kesit, şalter, sigorta, maliyet) dâhil minimum hata payı ile birkaç saatte halledilmektedir. Hesaplamalar, çizimde kullanılan tüm malzemeler çizim üzerinden geometrik olarak toplanıp gerçek ölçülere dönüştürülerek çok az kullanıcı girdisi ile çizime entegre edilmiş böylece hata yapma olasılığı en aza indirilmiştir.

Aydınlatma tasarımı için otomatik mahal tespiti, mahalde kullanılacak armatürlerin otomatik olarak seçilmesi sonuçta doğru armatürlerin doğru noktalara yerleştirilmesi sağlanmıştır. Tesisat çizimine malzeme yerleştirme ile malzemelerin çizim yapılırken; özellikle duvara referanslı malzemelerin duvarlara göre otomatik olarak koyma noktalarının tespiti ve açılarının otomatik olarak hızlı bir şekilde ayarlanması sağlanmıştır.

Projede hat çizimlerinin çok büyük bir kısmı duvarlara referanslı yapıldığı için hat çizimi işlemleri için referanslı çizim algoritmaları geliştirilmiş olup hat çizimi işlemlerinin doğru ve hızlı yapılabilmesi sağlanmıştır. Yapılan çizim neticesinde

hesaplamaların otomatikleştirilmesi için çizim analiz edilerek bir ağaç yapısına getirilmiş ve hesaplamalar otomatikleştirilmiştir. Elektrik proje çizimlerinin bilgisayar bilimlerinde kullanılan ağaç yapılarına uygunluğundan dolayı ağaç yapılarından ve algoritmalarından faydalanılarak kullanılan malzemeler, malzemeler arası kullanılması gereken kablolar, kablo tipleri ve kesitleri, yapılması gereken hesaplamalar, faz dengelemeleri, çıkarılması gereken tablolar, otomatikleştirilmiştir. Böylece hesaplamalar yapılırken malzemelerin gücü, malzemeler arasındaki kabloların uzunluğu ve kesiti için kullanıcı girdilerine gerek kalmayarak hatalar en aza indirilmiş ve kısa sürede proje çizimi ve hesaplamalarının tamamlanması sağlanmıştır. Proje maliyeti gerek zaman ve gerekse uygun malzeme seçimi ile minimize edilmiştir. Kolon şeması, aydınlatma tablosu, tablo yükleme cetveli, gerilim düşümü, akım-gerilim kontrolü, Keşif (maliyet) tablosu gibi tablolar otomatik olarak üretilmiş böylece kullanıcının yapacağı işlemler en aza indirilmiştir.

Sonuç olarak, elektrik tesisat çizimlerinin hızlı ve hatasız olarak gerçekleştirilebilmesi için geliştirilen algoritmalarla manuel olarak yapılan işlemler otomatik hale getirilmiştir. Komple bir proje için gerekli olan bütün alt yapı hazırlanmıştır.

Çizilen elektrik iç tesisat projeleri elektrik mühendisleri odalarında, belediye veya özel idarelerde ve elektrik dağıtım şirketlerinde uygulanabilirliği kontrol edilerek onaylanmakta veya onaylanmamaktadır. Projelerin kontrolü projenin hazırlanması kadar zaman almasa bile ciddi ve riskli bir işlemdir. Bu açıdan geliştirilen bu uygulama ile projelerin elektrik iç tesisleri yönetmeliğindeki gerekli şartları sağlayacak şekilde hazırlanması sağlanmaktadır. Bu da proje kontrolcülerine zaman kazandıracaktır.

Günümüzde yönetme işi bütün sektörlerin öncelikli konusu haline gelmiştir. Çünkü iyi bir yönetim anlayışına sahip kurum ya da kuruluşlar, olası hatalardan ve bunu getireceği külfetlerden (maliyet, zaman vs.) kurtulacaktır. İnşaat sektöründe, binaların yapımından başlayarak yaşam döngüleri boyunca yönetimi, bilgi teknolojilerinin katkısıyla çok daha kolay ve etkin biçimde gerçekleştirilebilir. Bu

bağlamda, disiplinlerarası çalışma koşullarına göre oluşturulmuş, meydana gelebilecek sorunları önceden görme yetisi veren ve çözüm geliştirmeye katkıda bulunabilecek bir sistem olan yapı bilgi modellemesi (YBM) kavramı ortaya atılmıştır [28]. Underwood ve Işıklıdağ, Yapı Bilgi Modellemesini, “Yapı (ya da yapı projesi)’nin tamamını oluşturan tüm yaşam döngüsü süreçlerini destekleyici yeterli bilgi ve doğrudan bilgisayar uygulamalarından yorumlanabilen bir bilgi modelidir.” diye tanımlamaktadır [29]. Model üzerinden bir binanın bütün ayrıntılarının görülebilmesi, güvenlik açısından bir sorun oluştuğunda (yangın, doğal afet vs.) acil çıkış kapılarının odalara ya da birimlere olan uzaklığı, engelliler için acil durumlarda yapıyı terk ediş yollarının en kısa olanı gibi bilgilerin modelde görsel olarak görülebilmesi ve planlama yapmayı kolaylaştırması yapının yönetiminde büyük kolaylık sağlayacaktır [28]. Bu açıdan tasarlanan uygulama YBM için yapıların elektrik proje ayağına yönelik bir basamak olarak değerlendirilebilir. Aynı şekilde yakın zamanda uygulamaları sıklaşan akıllı ev projelerinin elektrik tesisatı ayağı için pratik bir çözüm olarak değerlendirilebilir.

Bu uygulama Türkiye’de çok büyük bir boşluk olan elektrik iç tesislerinin projelendirilmesine yönelik tasarım ve hesaplamalar için ticari bir uygulamaya dönüştürülebilecek kapasitededir. Ticari bir uygulamaya dönüştürüldüğü takdirde dosya formatı yeniden düzenlenerek uluslararası veri dönüşüm/paylaşım standartlarına uygun hale getirilerek daha çok kesime hitap edebilir.

KAYNAKLAR

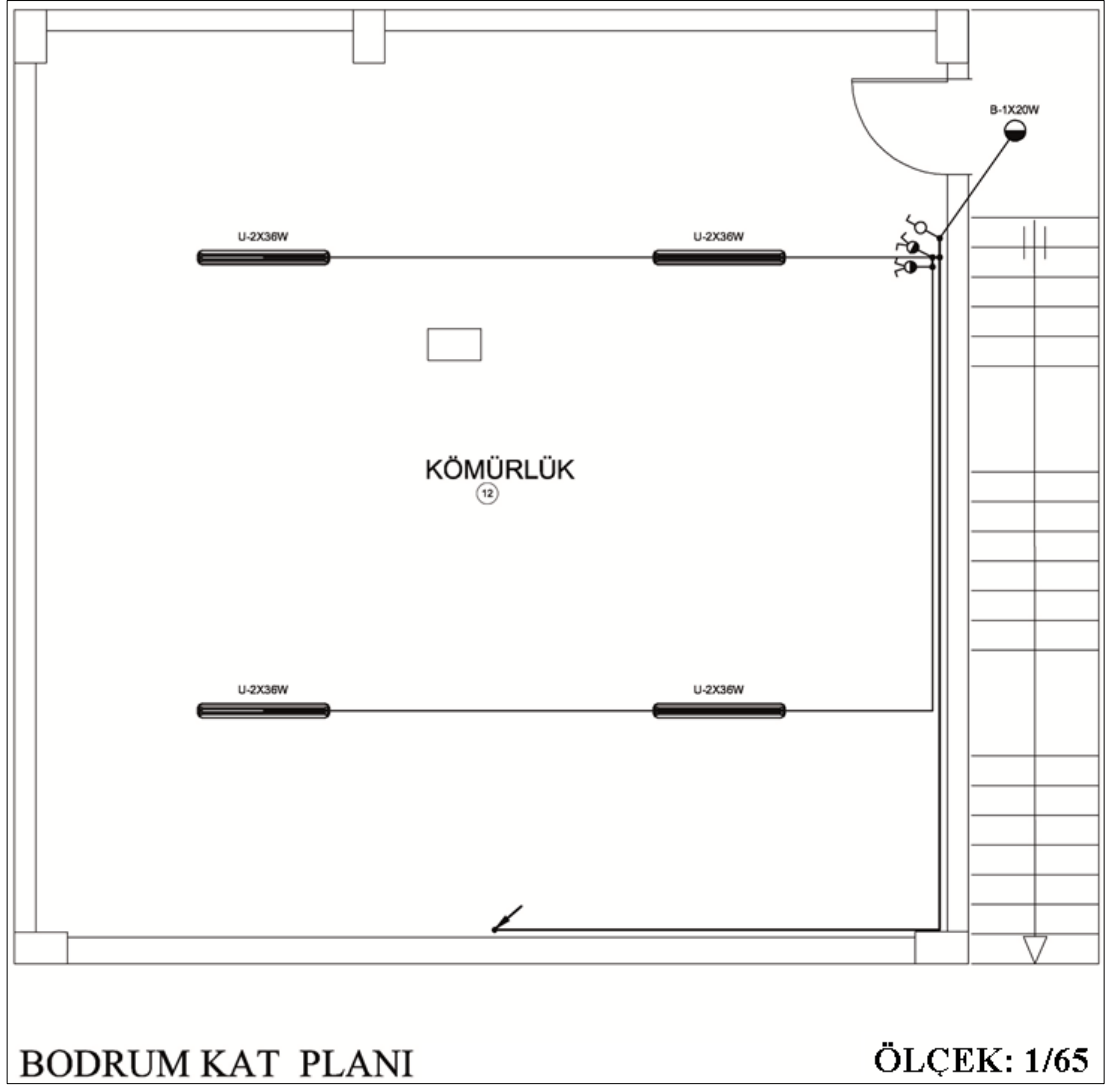
1. İnternet: Uysal, Ö. "Aydınlatma ve İç Tesisat Projelerinin Microsoft Visio ile Hazırlanması", <http://home.anadolu.edu.tr/~ouysal/documents/ouysal-kocaeli.doc> (2012).
2. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, "Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliği", *Elektrik Mühendisleri Odası Yayını*, 1-68 (2008).
3. Orak, İ.M. and Akgül, B. "Fast and simple computer aided internal electrical wiring project design & integration of calculations", *Procedia Technology*, 1: 280-285 (2012).
4. Dow, M.R. "Integration of calculation models and CAD systems in building services design." *Computer-Aided Design*, 19 (5): 226–232 (1987).
5. İnternet: Ertürkmen, M. "Elektrikcad", <http://www.elektrikproje.com/> (2012).
6. Koçyiğit, G. "Güç sistemlerinin bilgisayar ortamında modellenmesi, analizi ve internet üzerinden eğitim amaçlı programlarının tasarlanması", Doktora Tezi, *Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 37-64 (2008).
7. Teo, C.Y., "Computer-aided design and simulation of low-voltage electrical distribution systems", *Computers in Industry*, 34 (1): 87-94 (1997).
8. Dow, M.R., "Algorithms for integrated calculation models and drafting in building services pipework design", *Computer-Aided Design*, 19 (9): 479-484 (1987).
9. Hsu, P. and Rozenblit, J.W., "A computer-aided design framework for modeling and simulation of VLSI interconnections and packaging", *Integration, the VLSI Journal*, 17 (2): 163-187 (1994).
10. İnternet: AutoCAD services & support "DXF reference", <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=12272454&linkID=10809853> (2012).
11. İnternet: Autodesk "DXF format", http://images.autodesk.com/adsk/files/acad_dxf2.pdf (2012).
12. İnce S., "Teknik resim çıktılarının DXF veri formatına dönüştürülmesi", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 55-69 (2006).

13. İnternet: Autodesk Developer Network “RealDWG”, <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/index?siteID=123112&id=770257> (2012).
14. İnternet: Open Design Alliance “ODA members”, http://www.opendesign.com/member_list (2012).
15. İnternet: Relux Informatik AG “RELUX light simulation tools”, <http://www.relux.biz/> (2012).
16. İnternet: DIAL GmbH “DIAL light building software”, <http://www.dial.de/DIAL/en/dialux.html> (2012).
17. Ünver R. “Görsel konfor aydınlatma”, *6.Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, 127-137 (2011).
18. Kaşıkçı İ., “Elektrik Tesisleri Temel El Kitabı”, *Birsen Yayınevi*, İstanbul, 63-189 (2008).
19. Çetinkaya H.B., Alboyacı B., Öztürk S. ve Gencer Ö.Ö., "Dengesiz yüklerde faz dengelemesi ve güç faktörünün düzeltimi", *Elektrik Elektronik Bilgisayar Mühendisliği 10. Ulusal Kongresi*, İstanbul, 44-46 (2003).
20. İnternet: Autodesk “CAD Software Defined”, <http://usa.autodesk.com/adsk/servlet/item?siteID=123112&id=17690382> (2012).
21. İnternet: Open Design Alliance “Teigha for DWG” http://www.opendesign.com/the_oda_platform/TD (2012).
22. TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası, “Teknik bilgiler”, *EMO Ajandası* (2012).
23. Üncü, İ. S. ve Gürdal, O. "Işık şiddet eğrilerinin bilgisayar yardımı ile çıkartılması", *Politeknik Dergisi*, 3 (3): 77-81 (2000).
24. Shaffer C. A., “Data Structures and Algorithm Analysis in C++ 3rd ed.”, *Dover Publications*, Mineola, NY-USA, 203-223 (2011).
25. İnternet: University of Ottawa “Tree traversal”, <http://webdocs.cs.ualberta.ca/~holte/T26/tree-traversal.html> (2012).
26. Even, S., “Graph Algorithms 2nd ed.”, *Cambridge University Press*, New York, 46-48 (2011).
27. Milli Eğitim Bakanlığı, “Elektrik elektronik teknolojisi aydınlatma projeleri”, *Meslekî Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi*, Ankara, 14-37 (2007).

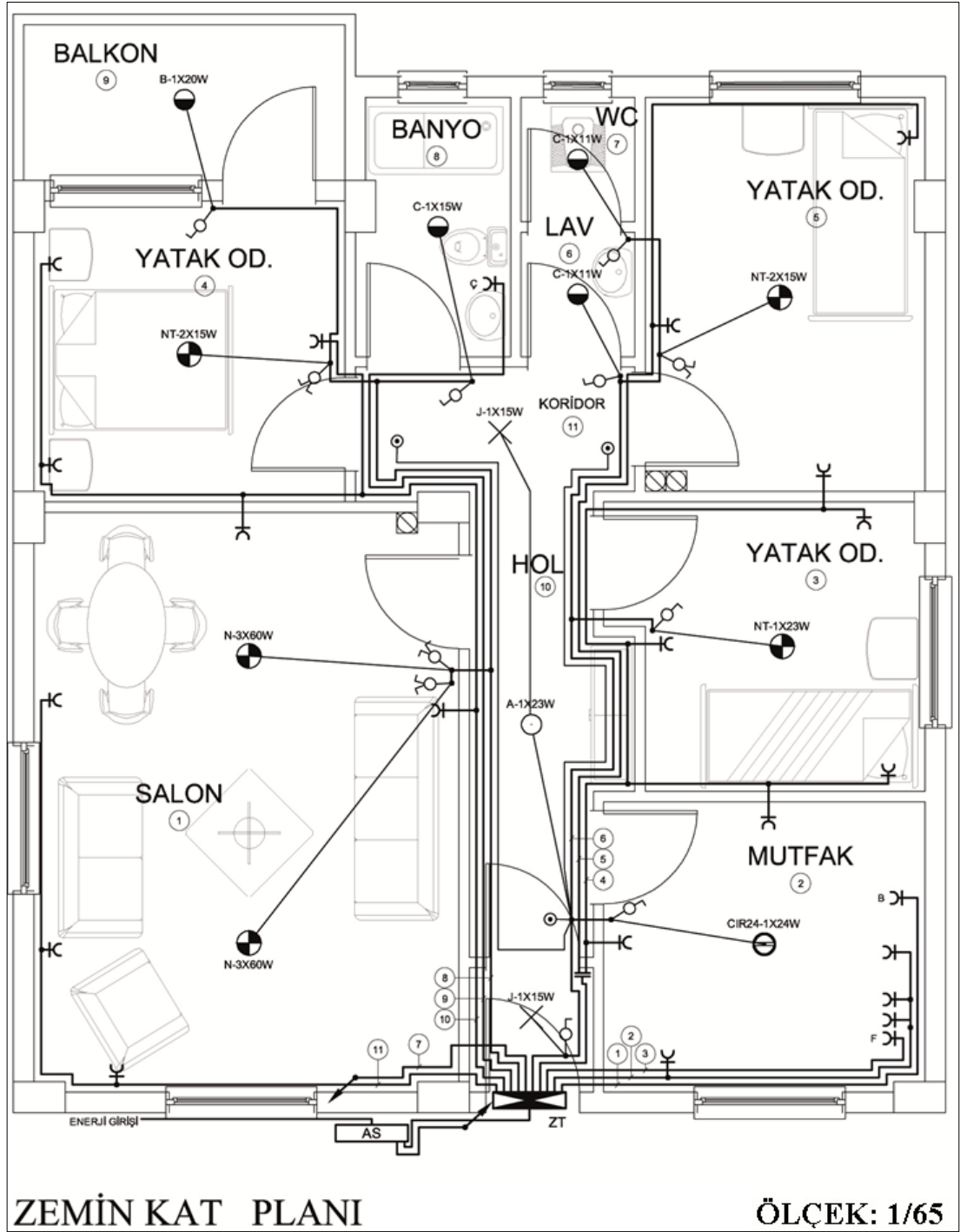
28. İnternet: Akkaya, D., Başaraner, M., “Yapı Bilgi Modellemesi (YBM) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)”, <http://ab.org.tr/ab12/bildiri/200.doc> (2012).
29. Underwood, J. and Işıkdağ, Ü. “Handbook of Research on Building Information Modeling and Construction Informatics: Concepts and Technologies 1st ed.”, *Information Science Publishing*, Hershey, PA-USA, 302-323 (2009).

EK AÇIKLAMALAR A.

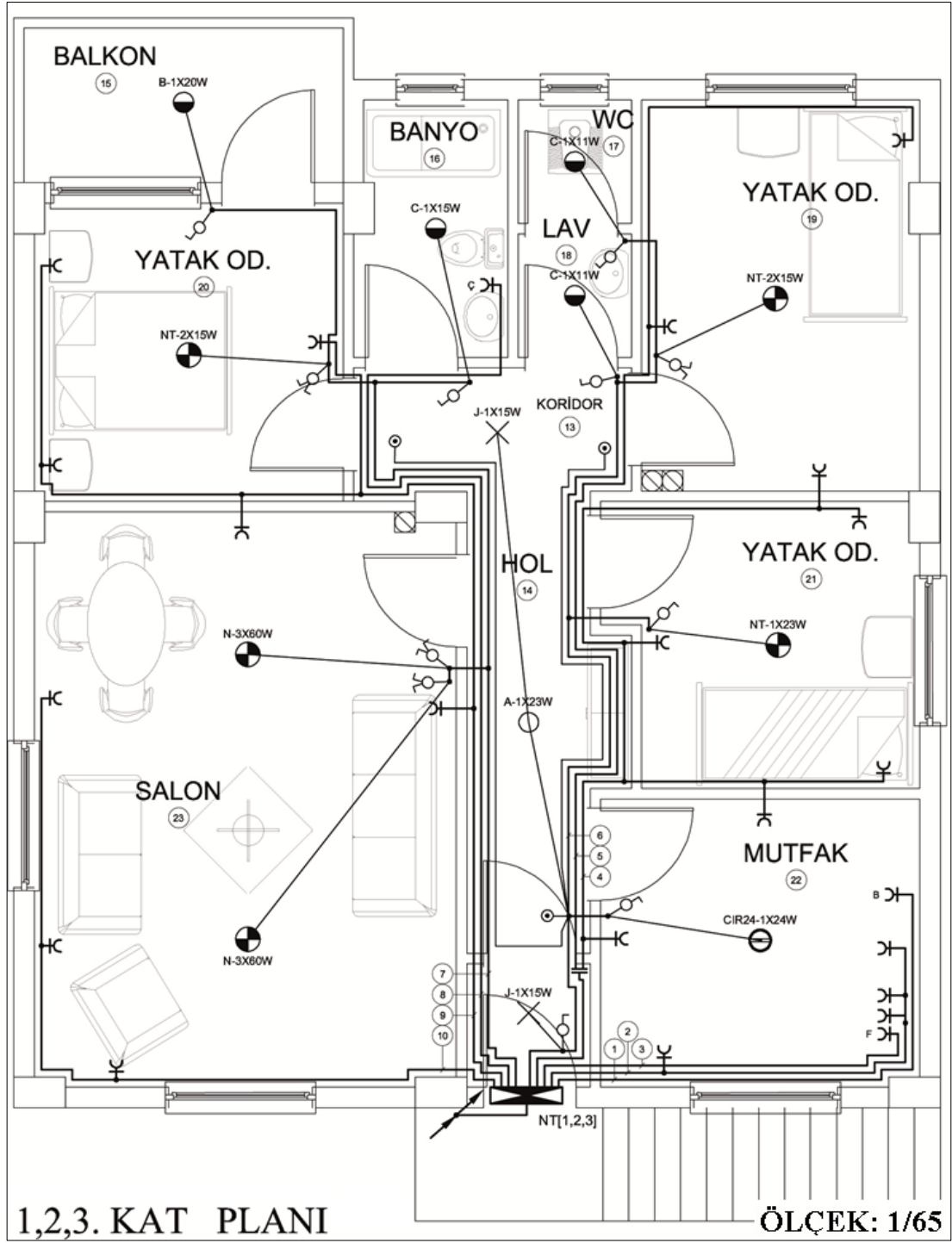
**UYGULAMA PROGRAMI İLE HAZIRLANMIŞ BİR BİNANIN ELEKTRİK
TESİSATI ÇİZİMİ VE OTOMATİK OLARAK ÜRETİLEN HESAPLAMA
ÇİZELGELERİ**



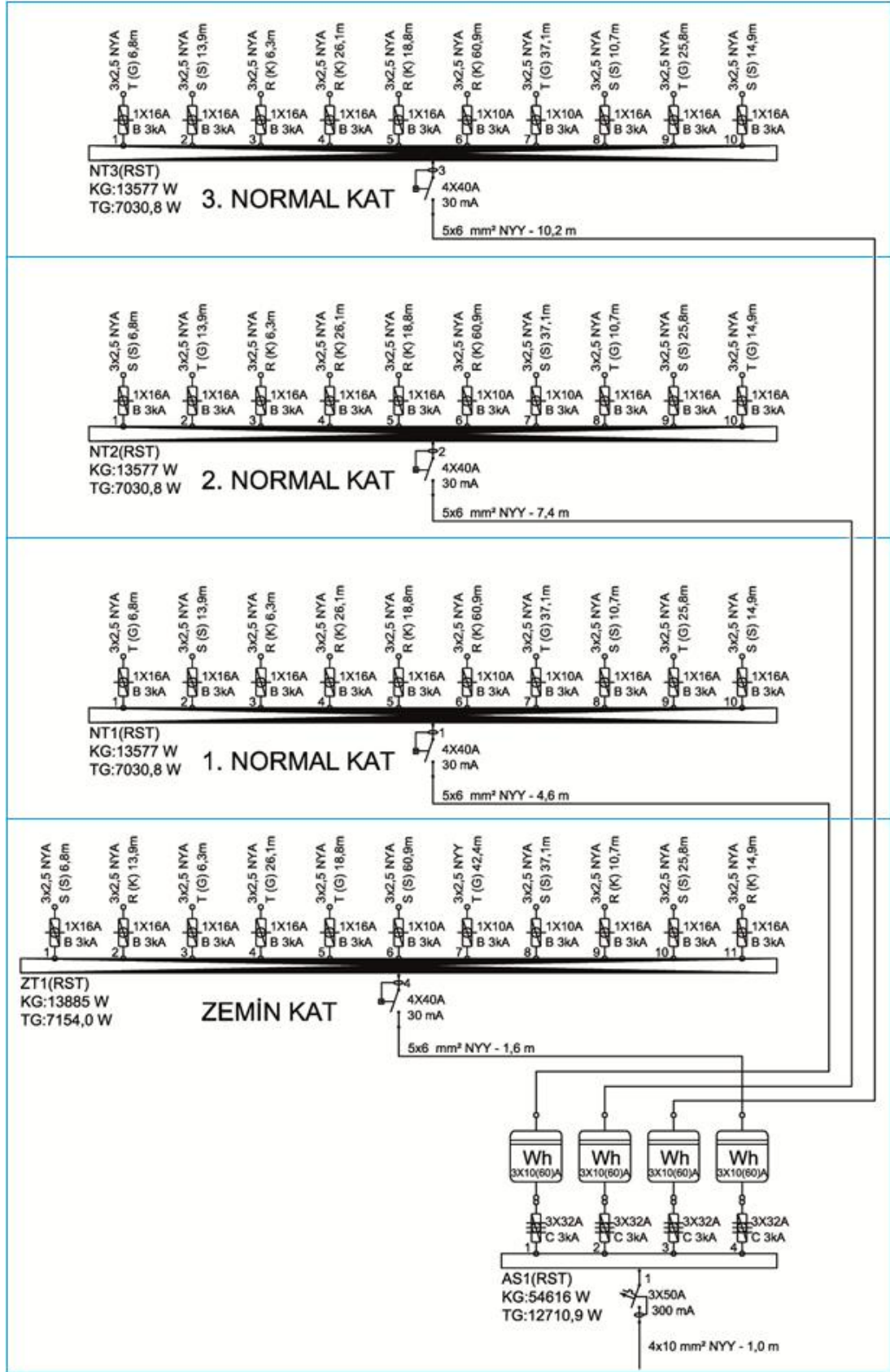
Şekil EK A.1. Bodrum kat planı.



Şekil EK A.2. Zemin kat planı.



Şekil EK A.3. 1,2,3. Kat planı.



Şekil EK A.4. Program tarafından üretilen kolon şeması.

Çizelge EK A.1. Program tarafından üretilen aydınlatma tablosu.

AYDINLATMA TABLOSU

MAHAL	MAHAL ÖZELLİKLERİ				AYDINLATMA PARAMETRELERİ				DİĞER				SEÇİLEN ARMATÜR VERİLERİ				AYDINLATMA HESABI						SONUÇ					
	MAHAL Adı	MAHAL Eni	MAHAL Boyu	MAHAL Yüksekliği	MAHAL Alanı	Tavan Yansıtma	Duvar Yansıtma	Zemin Yansıtma	Aydınlatma Yüksekliği	Mahal İndeksi	Mahal Verimi	Genel Verim	Nge = n * Nar	Amatür Kodu	Amatür Adı	Amatür Verimi	Bakım Faktörü	Amatür Tiy Boyu	Amatür Işık Akısı	Amatür Gücü	Hesaplanan Arm. Ad.	ha = Eo * A'd / Car'n * Nar	Konulan Amatür Adedi	Toplam Güç	Düşen Ayd. Gücü / m²	Toplam Işık Akısı	Lümen/Watt	İstenen Min. Ayd.	Hesaplanan Ayd. Şiddet
1-23 SALON	4,05	5,55	2,80	0,85	22,48	80	50	10	1,95	1,51	0,41	41,11	N-3X60W (A60)	Avize Amatür	1	20	0,40	1890	180	1,74	2	360	160180,16	3780	5,25	50	57,61	E0n
2-22 MUFFAK	2,75	3,10	2,80	0,85	8,53	80	50	10	1,95	0,88	0,25	25,30	CIR24-1X24W	Simit Floresan Amatür	1	20	0,30	1700	24	1,19	1	24	28152,49	1700	70,83	50	42,04	E0n
3-21 YATAK OD.	2,65	2,80	2,80	0,85	7,42	80	50	10	1,95	0,88	0,31	30,57	NT-1X23W (T'S27)	Avize Amatür (Tasamumlu)	1	20	0,40	1500	23	0,97	1	23	30997,30	1500	65,22	50	51,49	E0n
4-20 YATAK OD.	2,85	3,00	2,80	0,85	8,55	80	50	10	1,95	0,94	0,32	31,86	NT-2X15W (T'S27)	Avize Amatür (Tasamumlu)	1	20	0,40	1800	30	0,89	1	30	35087,72	1800	60,00	50	55,89	E0n
5-19 YATAK OD.	2,60	3,75	2,80	0,85	9,75	80	50	10	1,95	0,99	0,33	32,81	NT-2X15W (T'S27)	Avize Amatür (Tasamumlu)	1	20	0,40	1800	30	0,99	1	30	30769,23	1800	60,00	50	50,48	E0n
6-18 LAV	1,10	1,20	2,80	0,85	1,32	80	50	10	1,95	0,37	0,23	23,00	C-1X11W (T'S27)	Porselen Kaideli Amatür	1	20	0,40	860	11	0,42	1	11	83333,33	860	60,00	40	95,83	E0n
7-17 WC	1,40	1,20	2,80	0,85	1,32	80	50	10	1,95	0,37	0,23	23,00	C-1X11W (T'S27)	Porselen Kaideli Amatür	1	20	0,40	860	11	0,42	1	11	83333,33	860	60,00	40	95,83	E0n
8-16 BANYO	1,40	2,50	2,80	0,85	3,50	80	50	10	1,95	0,58	0,23	23,00	C-1X15W (T'S27)	Porselen Kaideli Amatür	1	20	0,40	900	15	0,81	1	15	42857,14	900	60,00	40	49,29	E0n
9-15 BALKON	1,45	3,10	2,80	0,85	4,50	80	50	10	1,95	0,51	0,23	23,00	P-1X20W (T'S27)	Tavan Amatürü	1	20	0,00	1200	20	0,98	1	20	44493,88	1200	60,00	50	51,17	E0n
10-14 HOL	1,20	4,50	2,80	0,85	5,40	80	50	10	1,95	0,61	0,23	23,34	A-1X23W (T'S27)	Tiji Amatür	1	20	0,40	1500	23	0,93	1	23	42592,59	1500	65,22	50	54,02	E0n
11-13 KORIDOR	1,20	2,70	2,80	0,85	3,24	80	50	10	1,95	0,54	0,23	23,00	J-1X15W (T'S27)	Asma Tavan Amatür	1	20	0,40	900	15	0,94	1	15	46296,30	900	60,00	50	53,24	E0n
12. KÖMÜRLÜK	3,55	8,60	2,80	0,85	73,53	80	50	10	1,95	2,20	0,47	47,19	U-2X36W (T'26)	Etajeri Floresan Amatür	1	20	0,00	6200	72	3,02	4	288	39167,69	24800	21,53	100	132,64	E0n

Çizelge EK A.2. Program tarafından üretilen tablo yüklemeye cetveli.

TABLO YÜKLEME CETVELİ

TABLO ANA SAYAÇ ADI	KOL ADI	LİNYE	KURULU	GÜÇ (W)			APARAT			KABLO KESİTİ	SORTİ	GÜÇ DAĞILIMI			BİLGİ		
				TALEP	GÜÇ DETAY	T.FAK	ÇIKIŞ SİG	GİRİŞ ŞALT	ÇEŞİT			AMP	R	S	T	L	GER.	%	BİLGİ
1	NT1	P1	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		2500	6,83	0,59	Bulaşık Makinesi Linyesi	
		P2	1200	1,00	0,90	6,06	AOS-B	16 A			4	1200		1,23	0,13	Priz Linyesi	
		P3	2000	1,00	0,90	10,10	AOS-B	16 A			1	2000		6,29	0,45	Fırın Linyesi	
		P4	1800	1,00	0,90	9,09	AOS-B	16 A			6	1800		1,89	0,18	Priz Linyesi	
		P5	600	1,00	0,90	3,03	AOS-B	16 A			2	600		9,35	0,25	Priz Linyesi	
		I1	152	1,00	1,00	0,69	AOS-B	10 A			152		425		0,67	0,09	Işık Linyesi
		I2	425	1,00	1,00	1,93	AOS-B	10 A			5		2500		4,33	0,14	Işık Linyesi
		P6	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		1500		10,86	0,87	Çamaşır Makinesi Linyesi
P7	1500	1,00	0,90	7,58	AOS-B	16 A			5		900		3,94	0,26	Priz Linyesi		
P8	900	1,00	0,90	4,55	AOS-B	16 A			3		4600		3,94	0,19	Priz Linyesi		
1		NT1	13577	7030,80	0,52	0,91	12,63	AOS-C32 A	RCD 40 A	5x6	NY 13	23	4552	4,65	0,08	Kolon Hattı	
2	NT2	P1	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		2500	6,83	0,63	Bulaşık Makinesi Linyesi	
		P2	1200	1,00	0,90	6,06	AOS-B	16 A			4	1200		1,23	0,17	Priz Linyesi	
		P3	2000	1,00	0,90	10,10	AOS-B	16 A			1	2000		6,29	0,50	Fırın Linyesi	
		P4	1800	1,00	0,90	9,09	AOS-B	16 A			6	1800		1,89	0,22	Priz Linyesi	
		P5	600	1,00	0,90	3,03	AOS-B	16 A			2	600		9,35	0,29	Priz Linyesi	
		I1	152	1,00	1,00	0,69	AOS-B	10 A			152		425		0,67	0,13	Işık Linyesi
		I2	425	1,00	1,00	1,93	AOS-B	10 A			5		2500		4,33	0,18	Işık Linyesi
		P6	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		1500		10,66	0,91	Çamaşır Makinesi Linyesi
P7	1500	1,00	0,90	7,58	AOS-B	16 A			5		900		3,94	0,30	Priz Linyesi		
P8	900	1,00	0,90	4,55	AOS-B	16 A			3		4600		3,94	0,23	Priz Linyesi		
2		NT2	13577	7030,80	0,52	0,91	12,63	AOS-C32 A	RCD 40 A	5x6	NY 13	23	4552	4,425	0,12	Kolon Hattı	
3		NT3	13577	7030,80	0,52	0,91	12,63	AOS-C32 A	RCD 40 A	5x6	NY 13	23	4552	4,600	0,16	Kolon Hattı-NT1 ile aynı	
4	ZT	P1	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		2500	6,83	0,54	Bulaşık Makinesi Linyesi	
		P2	1200	1,00	0,90	6,06	AOS-B	16 A			4	1200		1,23	0,08	Priz Linyesi	
		P3	2000	1,00	0,90	10,10	AOS-B	16 A			1	2000		6,29	0,41	Fırın Linyesi	
		P4	1800	1,00	0,90	9,09	AOS-B	16 A			6	1800		1,89	0,14	Fırın Linyesi	
		P5	600	1,00	0,90	3,03	AOS-B	16 A			2	600		9,35	0,21	Priz Linyesi	
		I1	152	1,00	1,00	0,69	AOS-B	10 A			152		308		0,67	0,04	Işık Linyesi
		I2	308	1,00	0,96	1,46	AOS-B	10 A			5		425		2,40	0,06	Işık Linyesi
		I3	425	1,00	1,00	1,93	AOS-B	10 A			5		2500		4,33	0,09	Işık Linyesi
P6	2500	1,00	0,90	12,63	AOS-B	16 A			1		1500		10,66	0,83	Çamaşır Makinesi Linyesi		
P7	1500	1,00	0,90	7,58	AOS-B	16 A			5		900		3,94	0,21	Priz Linyesi		
P8	900	1,00	0,90	4,55	AOS-B	16 A			3		4600		3,94	0,14	Priz Linyesi		
4		ZT	13885	7154	0,52	0,91	12,63	AOS-C32 A	RCD 40 A	5x6	NY 18	23	4600	4,577	0,04	Kolon Hattı	
AS			54616	12710,88	0,23	0,91	21,28		RCD 50 A	4x10	NY 57	92	18256	1,8202	1,00	0,02	Kolon Hattı

Çizelge EK A.3. Program tarafından üretilen gerilim, talep, akım kontrolü hesapları.

GERİLİM - TALEP - AKIM KONTROLÜ HESABI

BAŞLIK	BİRİM	YAPI BAĞ. KUTUSU	AS1	NT3	LN Y NO: P6	AÇIKLAMA
UZUNLUK	m	20	1,00	10,25	10,66	İki Tablo arasındaki kablo uzunluğu
KESİT	mm ²	4x10 NYY	4x10 NYY	5x6 NYY	2,5 NYY	Kullanılan Kablo kesiti
KURULU GÜÇ	W	54616	54616	13577	2500	Tablo toplam kurulu gücü
COS		0,91	0,91	0,91	0,90	
TALEP HESABI						
YAPI TİPİ		KONUT	KONUT	KONUT	KONUT	Tablonun beslediği yapı tipi
TALEP GÜCÜ	W	12710,88	12710,88	7030,8	2500	Tablo talep gücü
TALEP FAKTÖRÜ		0,23	0,23	0,52	1,00	Tablo talep faktörü
GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI						
GERİLİM DÜŞÜMÜ FORMÜLÜ		$0.0124 \cdot (L \cdot P / S) +$	$0.0124 \cdot (L \cdot P / S) +$	$0.0124 \cdot (L \cdot P / S) +$	$0.074 \cdot (L \cdot P / S) <$	Gerilim düşümü hesaplama formülü
GERİLİM DÜŞÜMÜ HESABI	%	$0.0124 \cdot (20 \cdot 12,7 / 10) +$	$0.0124 \cdot (1,00 \cdot 12,7 / 10) +$	$0.0124 \cdot (10,25 \cdot 7,03 / 6) +$	$0.074 \cdot (20 \cdot 2,50 / 2,5) <$	Gerilim düşümü hesabı sonucu
AS-ŞEBEKE ARASI	%	0,32	0,02	0,15	0,79	AS-Şebeke arası gerilim düşümü
TESİSAT	%		0,02	0,15	0,79	Tesisattaki maksimum gerilim düşümü
AKIM KONTROLÜ HESABI						
AKIM AZALTIMA KATSAYISI		1	1	1	1	Akım azaltma katsayısı
KABLO AKIM TAŞIMA KAPASİTESİ	A	61	61	44	20	Kablo akım taşıma kapasitesi
AZALTI MIŞ KABLO AKIM TAŞIMA KAPASİTESİ	A	61	61	44	20	Azaltılmış akım taşıma kapasitesi
TALEP AKIMI	A	21,28	21,28	12,63	12,63	Talep Akımı = $P / \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\phi)$
MAXİMUM FAZ AKIMI	A	21,28	21,28	12,63	12,63	En büyük faz akımı = $P / \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos(\phi)$
SONUÇ		21,28 < 61	21,28 < 61	12,63 < 44	12,63 < 20	Uygunluk sonucu

Çizelge EK A.4. Program tarafından üretilen her tablo için tablo talep güçleri hesabı.

TABLO TALEP GÜÇLERİ HESABI

TABLO	KURULU GÜÇ (W)				GÖRÜNÜR GÜÇ				TALEP GÜCÜ				BİLGİ		
	PRİZ GÜCÜ	IŞIK GÜCÜ	MOTOR GÜCÜ	ASANSÖR GÜCÜ	TOPLAM GÜÇ ^d	COS	GÖRÜNÜR GÜÇ P/COS	VA	W	TALEP GÜCÜ	TALEP FAKTÖRÜ	HESABI	YAPI GRUBU	TABLO BİLGİSİ	AÇIKLAMA
ANA	W	W	W	W	W										
NT1	13000	577	0	0	13577	0,91	14965,86	14965,86	7030,80	0,52	$8000 * \%60 + 5577 * \%40 = 7030,80$	KONUT	Kat Dağıtım Tablosu	Yönetmelik Gereği	
NT2	13000	577	0	0	13577	0,91	14965,86	14965,86	7030,80	0,52	$8000 * \%60 + 5577 * \%40 = 7030,80$	KONUT	Kat Dağıtım Tablosu	Yönetmelik Gereği	
NT3	13000	577	0	0	13577	0,91	14965,86	14965,86	7030,80	0,52	$8000 * \%60 + 5577 * \%40 = 7030,80$	KONUT	Kat Dağıtım Tablosu	Yönetmelik Gereği	
ZT	13000	885	0	0	13885	0,91	15285,16	15285,16	7154	0,52	$8000 * \%60 + 5885 * \%40 = 7154,00$	KONUT	Kat Dağıtım Tablosu	Yönetmelik Gereği	
AS	52000	2616	0	0	54616	0,91	60182,69	60182,69	12710,88	0,23		KONUT	Ana Dağıtım ve Savaş Tablosu	DAİRE SAYISI : 4	

Çizelge EK A.5. Program tarafından üretilen ve projede kullanılan malzemelerin yer aldığı “keşif tablosu”.

KEŞİF TABLOSU

MALZEMELER				
KOD	MALZEME ADI	MARKA	MİKTAR	BİRİM
TBL_ADS	Ana Dağıtım ve Sayaç Tablosu	Genel	2	Adet
TBL_KTANA	Kat Dağıtım Tablosu	Genel	8	Adet
PRZ_BLSK	Bulaşık Makinesi	Genel	8	Adet
PRZ_NRM	Normal Priz	Genel	160	Adet
PRZ_FRN	Fırın	Genel	8	Adet
PRZ_CMSR	Çamaşır Makinesi	Genel	8	Adet
CIR24-1X24W	Simit Floresan Armatür	GENEL	8	Adet
NT-1X23W (TS27)	Avize Armatür (Tasarıflu)	GENEL	8	Adet
C-1X11W (TS27)	Porselen Kaideli Armatür	GENEL	16	Adet
NT-2X15W (TS27)	Avize Armatür (Tasarıflu)	GENEL	16	Adet
A-1X23W (TS27)	Tijli Armatür	GENEL	8	Adet
J-1X15W (TS27)	Asma Tavan Armatür	GENEL	16	Adet
N-3X60W (A60)	Avize Armatür	GENEL	16	Adet
B-1X20W (TS27)	Tavan Armatürü	GENEL	10	Adet
C-1X15W (TS27)	Porselen Kaideli Armatür	GENEL	8	Adet
U-2X36W (T26)	Etanj Floresan Armatür (Tavan)	GENEL	8	Adet
ANH_NA	Normal Anahtar	Genel	58	Adet
ANH_KA	Komutör Anahtar	Genel	32	Adet
ANH_LIT	Lit Anahtar	Genel	24	Adet
ANH_EKA	Etanj Komutör Anahtar	Genel	4	Adet
BT_NBUAT	Normal Buat	Genel	256	Adet
HY_TODOWN	Aşağıya	Genel	2	Adet
HY_FROMUP	Yukarıdan	Genel	2	Adet
TYS050380X3	Troit Akım Trafolu Yangın Şalteri - 50 A - 380 V	Genel	2	Adet
KAS040380X4	Kaçak Akım Şalteri - 40 A - 380 V	Genel	8	Adet
AOS032C380X3	Anahtarlı Otomatik Sigorta (C Tipi) - 32 A - 380 V	Genel	8	Adet
AOS016B220X1	Anahtarlı Otomatik Sigorta (B Tipi) - 16 A - 220 V	Genel	64	Adet
AOS010B220X1	Anahtarlı Otomatik Sigorta (B Tipi) - 10 A - 220 V	Genel	18	Adet
4x10 mm ² NYY	Kablo	Genel	1,00	Metre
5x6 mm ² NYY	Kablo	Genel	47,97	Metre
2,5 mm ² NYA	Kablo	Genel	3629,32	Metre
1,5 mm ² NYA	Kablo	Genel	1269,82	Metre
3x2,5 mm ² NYY	Kablo	Genel	10,41	Metre

ÖZGEÇMİŞ

Bayram AKGÜL 1981 yılında Mardin’de doğdu; ilkokulu Şanlıurfa ili Ceylanpınar ilçesi Yalçınkaya köyü birleştirilmiş sınıflar ilkokulunda okudu, ortaokulu ise Şanlıurfa ili Viranşehir ilçesinde Yatılı İlköğretim Bölge Okulunda okudu. Lise öğrenimini Şanlıurfa Lisesinde bitirdikten sonra 2000 yılında Anadolu Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği(İngilizce) Bölümüne başlayıp 2005 yılında mezun oldu. 2005 yılından 2009 yılına kadar Dinç Elektrik Mühendislik Bünyesinde Yazılım Mühendisi olarak çalıştıktan sonra 2009 yılının sonunda Bartın Üniversitesi Meslek Yüksekokulu Bilgisayar Teknolojileri Bölümünde Öğretim Görevlisi Ünvanıyla çalışmaya başladı ve halen aynı yerde çalışmaya devam etmektedir. Bayram AKGÜL evli ve bir çocuk babasıdır.

ADRES BİLGİLERİ

Adres :Bartın Üniversitesi Meslek Yüksek Okulu
Bilgisayar Teknolojileri Bölümü
Türbeyanı Mevkii 74100 / BARTIN

Tel : (+90 378) 227-9939 - 146

Cep : (535) 790 95 78

E-posta : bayramakgul@gmail.com
bayramakgul@bartin.edu.tr