

YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ

Mühendislik Fakültesi

Elektrik-Elektronik Mühendisliği

Hastane Aydınlatma Projesi

Bitirme Tezi

ELE 400

Hazırlayan: ÖMER KARAOZAN (20133359)

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Özgür Cemal ÖZERDEM

LEFKOŞA 2015

ÖNSÖZ

Geniş bilgi birikimi, yol göstericiliği ve tecrübesiyle çalışmamız süresince bizden desteğini ve yardımını esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Özgür Cemal ÖZERDEM ‘e sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım

ÖMER KARAOZAN

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
İÇİNDEKİLER.....	ii-iii-iv
KISALTMALAR.....	v
ÇİZELGE LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	1
1.TEZ HAKKINDA.....	1
1.1 Tez Amacı.....	1
1.2 Literatür Araştırması	1
1.3 Yöntem	2
2.TANIMLAR.....	3
2.1 Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri	3
2.2 Elektrik Zayıf Akım Tesisleri	3
2.3 Kuvvet Tesisatı	3
3. AYDINLATMA	3
3.1 Aydınlatma İle İlgili Temel Bilgiler	3
3.2 İyi Bir Aydınlatmanın Sağlanması İçin Dikkate Alınması Gereken Kriterler	4
3.3 Aydınlatmada Kullanılan Tanımlar	5
3.3.1 Işık	5
3.3.2 Işık Şiddeti (I)	5
3.3.3 Işık Akısı (F).....	5
3.3.4 Aydınlik Düzeyi (E)	6
3.3.5 Aydınlatma Şiddeti	7
3.4 Bazı Aydınlatma Şiddetleri.....	7
3.5 Önemli Maddelerin Yansıtma Katsayıları	7

3.6 Oda Aydınlatma Verimi	8
3.7 Aydınlatma Hesaplamaları.....	9
3.7.1 Verim yöntemi ile aydınlatma hesabı.....	9
3.7.2 Armatürün Çalışma Düzlemine Uzaklığı	10
3.7.3 Aydınlatma Armatörlerinin Yerleştirilmesi	10
3.7.4 Excel İle Aydınlatma Hesabı:.....	11
4.BİNANIN AYDINLATMA PROJESİNİN ÇİZİMİ.....	12
4.1 Aydınlatma Linyelerinin Çizimi Ve Armatürlerin Gösterimi.....	12
4.2 Priz Linyelerinin Çizimi Ve Prizlerin Gösterimi	13
4.3 Zayıf Akım Hatlarının Çizimi	13
4.3.1 Telefon tesisatı	13
4.3.2 Yangın alarm sistemi	14
4.4 Elektrik Projeleri Uygulama Standartları.....	15
5. KOLON HATLARI VE ŞEMALARI	16
5.1 Kolon hattı ve şeması ile ilgili bilgi.....	16
5.2 Kolon hattının çizimi	16
5.3 Zayıf Akım Kolon Şemaları	18
5.3.1 Telefon hattı kolon şeması	18
5.3.2 Yangın alarmı sisteminin kolon şeması	19
5.4 Tablo yükleme cetveli.....	20
6. GERİLİM DÜŞÜMÜ VE AKIM KONTROLÜ	21
6.1. Gerilim Düşümü Yapılacak Hat Seçimi Ve Sınırları	21
6.2. Kabloların Taşıyabileceği Akım Tablosu	22
6.3 Gerilim Düşümü Hesabı	22
6.4 Akım Kontrolü Hesabı.....	23
7. TOPRAKLAMA.....	23
7.1 Mimari Plan Yapısı İle İlgili Bilgi.....	23
7.2 Mimari Plan	25

7.3 Temel Topraklama Hesabı	26
7.4 İç Tesisleri Yönetmeliği'nin topraklama projeleri ile ilgili kısımları.....	27
8.KOMPANZASYON	28
8.1 Teknik Olarak	28
8.3 Endüktif Reaktif.....	29
8.4 Kapasitif Reaktif	30
8.5 Kompanzasyon sağlanmış (Omik)	30
8.6 Kompanzasyon neden gereklidir?	31
8.7 Kompanzasyon Yapılmaz İse Ne Olur?	32
8.8 Kompanzasyon Hesabı.....	32
9. PROJE SEMBOL TABLOSU	33
10. PROJE KAPAĞI	34
SONUÇ	35
KAYNAKÇA.....	36

KISALTMALAR

CIE : International Commission on Illumination.

EMO : Elektrik Mühendisleri Odası.

TEDAŞ : Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi.

TSE : Türk Standartları Enstitüsü.

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 1.1: Bazı Armatürlerin Işık Akıları	6
Çizelge 1.2: Aydınlatma şiddetleri.....	7
Çizelge 1.3: Önemli maddelerin yansıtma katsayıları.	8
Çizelge 1.4: k değerlerine göre oda aydınlatma verimi η	8
Çizelge 1.5: Bodrum kat 2. Kısım aydınlatma hesabı	11
Çizelge 1.6: Sembol Tablosu	33

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1: Işık Şiddetinin Küreselde Gösterilmesi	5
Şekil 1.2: Çalışma düzlemi	10
Şekil 1.3: Aydınlatmanın düzgünlüğünün sağlanması için tavsiye edilen yerleştirme düzeni	10
Şekil 2.1: Aydınlatma Armatürlerin Gösterimi	12
Şekil 2.2: Prizlerin Gösterimi.....	13
Şekil 2.3: Telefon Tesisatı	14
Şekil 2.4: Yangın Alarm Sistemi	14
Şekil 3.1: Kolon Şeması.....	17
Şekil 3.2: Telefon Hattı Kolon Şeması	18
Şekil 3.3: Yangın Alarmı Kolon Şeması.....	19
Şekil 3.4: Tablo Yükleme Cetveli.....	21
Şekil 4.1: Kabloların Taşıyabileceği Akım.....	22
Şekil 4.2: Gerilim Düşümü Hesabı	22
Şekil 4.3: Akım Kontrolü Hesapları.....	23
Şekil 5.1: Topraklama Sistemi	25
Şekil 5.2: Topraklama Hesabı.....	26
Şekil 5.3: Topraklama Detayı Ve Topraklayıcının Yerleştirilmesi	27
Şekil 6.1: Kompanzasyon Hesabı	32
Şekil 7.1: Proje Kapağı	34

1. TEZ HAKKINDA

1.1 Tez Amacı

Bu çalışmada, hayatımızın önemli bir gereksinimi olan bina içi aydınlatmanın uygulama aşamalarında ve iyi bir aydınlatmada dikkat edilmesi gereken bilgilerin neler olduğunun öğrenilmesi ve tezde yer alan bilgilerin hazırlanacak yeni projelere ışık tutması amaçlanmıştır. Proje sayesinde öğrenilen semboller, yönetmelik ve hesaplamalar farklı projelerin uygulanmasına da olanak sağlayacaktır. Bu aydınlatma projesinde, bina içi tv, internet, telefon ve yangın alarm sensörlerinin çizimi ve uygun yerlere yerleştirilmesi görsel öğeler yardımıyla sunulmaktadır. Bu çalışma sayesinde uygun ekipmanlar sağlandığında aydınlatma projelerini anlayabilmek, başka mekanlara uygun aydınlatma projesi hazırlayabilmek, projede yer alan semboller ve standartlarla ilgili yeterli bilgi düzeyine ulaşılabilecektir. Proje oluşturulurken aydınlatma ile ilgili yönetmelikler, ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurulmuştur. Bu yönetmelikler, ulusal ve uluslararası standartlar öğrenilerek ve bu alandaki değişimler takip edilerek yeni projeler için kullanılabilecektir.

1.2 Literatür Araştırması

Günümüzde aydınlatma, görsel konfor ve estetik anlayışlar baz alınarak mimari yapıya uygun bir şekilde uygulanmaktadır. Yapılan araştırmalar etüt edildiğinde aydınlatmanın amacının, belli bir aydınlık düzeyi oluşturmak olmadığı iyi görme koşullarını sağlaması gerektiği sonucuna varılmıştır (Sirel,1992). Bir diğer araştırma aydınlatmayı daha spesifik bir şekilde tanımlayarak, ihtiyacın ne olduğu belirlenerek en iyi görme düzeyini sağlamak olarak açıklamıştır. Bu açıklamalar ışığında aydınlatma projeleri oluşturulurken ihtiyaç ve iyi görme koşulları birlikte sağlanmalıdır. Bunlardan bir tanesinin eksikliği proje uygulamalarında yanlışlıklara neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar aydınlatma projesi uygulanırken görsel konforu ve estetiği sağlayacak hesaplamaların uluslararası ve ulusal standartlar doğrultusunda yapılmasının gerekliliğini ön plana çıkartmıştır. Aydınlatmanın doğru bir uygulama olabilmesi için ortamın ne kadar ışığa ihtiyacı varsa ona uygun ışığın kullanılması gerekmektedir. Amaç doğru ışığın doğru yerde kullanımını sağlamaktır (Gençoğlu,2005). Doğru yerde kullanımları sağlayabilmek için ulusal ve uluslararası standartlar göz önünde bulundurulmalıdır. Işıkların doğru yerlere konumlandırılması yeterli olmamakla birlikte kullanılan malzemenin kaliteli olması gerekmektedir.

Doğru bir aydınlatma uygulamasının çeşitli faydalar sağladığı yapılan araştırmalar sonucu ortaya konulmuştur. Şenyurt'a (2011) göre iyi bir aydınlatma gözün gereksiz yere yorulmasını önleyerek sağlık problemlerinin oluşmamasını sağlayacak, aynı zamanda mekanın ve mekan içerisindeki nesnelerin tam olarak algılanmasını sağlayarak kazaların önlenmesini, iş performansının artmasına zemin hazırlayacaktır. Elektrik elektronik mühendislerinin gelişmeleri ve yasal düzenlemeleri takip etmesi gerekmektedir. Bu konuda yapılan literatür çalışmasında projenin yapım ve uygulama aşamasındaki kişilerin yasal uygulamalara uygun ve kullanıcı ihtiyaçlarını baz alarak çalışmalarını yürütmeleri konusunda sorumluluklarının olduğu kanısına varılmıştır (Erkin, Manav, Kutlu ve Küçükdoğu, 2009).

1.3 Yöntem

Aydınlatma projesi ile ilgili literatür taramasının ardından bina içi aydınlatma tesisatı projeleri ve bu projenin uygulanmasında yol gösterecek bilgiler kategorize edilmiştir. Bina içi elektrik tesisatının uygulanması ile ilgili bilgilere ulaşılırken uygulama sırasında kullanılacak yönetmelikler, semboller, şekiller ve araştırmaya ışık tutacak aydınlatma bilgilerine, başta Elektrik Mühendisleri Odası'nın (EMO) resmi sitesi olmak üzere internet siteleri, dergiler, tezler, kitaplar etüt edilerek ulaşılmıştır. Analiz ve sentez yöntemi kullanılarak bilgilerin düzenlenmesi ve projede kullanılabilir düzeye gelmesi sağlanmıştır. Yapılan literatür taraması projenin çizimi için taban oluşturmuştur. Projenin çizimi için gerekli bilgiler sağlandıktan sonra mühendislerin çizim için yaygın olarak kullandıkları autocad programı kullanılmıştır. Yöntem olarak Autocad programı tercih edilmesinin nedeni hatalı uygulamaların kolay düzeltilmesi, zamandan tasarruf sağlayabilmek ve çizim için kullanılabilecek en iyi programlardan birisi olmasıdır. 'Elektrik İç Tesisleri Yönetmeliğinde' yer alan ölçüler doğrultusunda malzemeler ve miktarları belirlenmiştir ve listesi word belgesinde oluşturulmuştur. Tablolarda yer alan diğer bir bilgi de aydınlatma hesaplarının ve maliyet hesabının nasıl yapılacağı ile ilgilidir. Maliyet hesabı yapılırken Excel programına malzemeler ve maliyetleri aktararak hesaplama yapılmıştır. Excel programı maliyetin doğru hesaplanmasını ve düzenli bir şekilde dosyalanmasını sağlamıştır.

2.TANIMLAR

2.1 Elektrik Kuvvetli Akım Tesisleri

İnsanlar, diğer canlılar, bitkiler ve eşyalar için bazı durumlarda (yaklaşma, dokunma vb.) tehlikeli olabilecek ve elektrik enerjisinin ; üretilmesini, özelliğinin değiştirilmesini, biriktirilmesini, iletilmesini, dağıtılmasını ve mekanik enerjiye, ışığa, kimyasal enerjiye vb. Enerjilere dönüştürülerek kullanılmasını sağlayan tesislerdir.

2.2 Elektrik Zayıf Akım Tesisleri

Normal durumlarda, insanlar ve eşyalar için tehlikeli olan akımların meydana gelemediği tesislerdir.

2.3 Kuvvet Tesisatı

Elektrik tesisat projelerinde bir fazlı gücü 3 kW'tan büyük elektrik motorları ile üç fazlı sistemle çalışan alıcıları besleyen tesislerdir. Kuvvet tesisat projelerinin hazırlanmasında; hizmet ya da üretim metodları, işletmenin çalışma koşulları ve gelişimi, tesisatın yapımındaki ekonomikliği, iş akışına göre makinelerin yerleştirilmesi gibi unsurlar dikkate alınmalıdır. Bunun yanında ; mimari planlar, makinelerin yerleştirme düzenlerinden yararlanılır.

3. AYDINLATMA

3.1 Aydınlatma İle İlgili Temel Bilgiler

Aydınlatma; Genel bir terim olarak; çevrenin görülebilirlik düzeyi veya ışığın kullanılmasının sonucu, Fiziksel olarak da birim alandaki ışık akısı şeklinde tanımlanabilir.

Doğal ve yapay aydınlatma olmak üzere iki çeşit aydınlatma sisteminden sözü edilebilir. Doğal (güneş ışığı) aydınlatma sistemlerinin ana kaynağı güneş ışığıdır. Hiç bir yapay aydınlatma elemanı doğal aydınlatmada bulunan tüm özelliklere sahip değildir. Yapay aydınlatma sistemlerinde, aydınlatma, gün ışığı dışında çeşitli aydınlatma elemanlarıyla yapılır.

Teorik olarak atmosfere girmeden önce güneş ışığı ideal beyaz ışık olarak tanımlanabilir. Atmosfere girdikten sonra ise ışık kırılma ve yayılma sonucunda göğe mavi rengini vererek atmosferden geçer. Bundan sonra da soğuk renkli ışınları azaldığı için, güneş ışığı, sarıya yakın bir renk olarak yeryüzüne düşer. Sisli, puslu veya tozlu havalarda, su buharı ve hava

moleküllerinden daha iri tanecikler, ışığın kırılma ve yayılmasını etkileyeceği için hem gökyüzünün hem de yeryüzüne düşen ışığın renkleri değişir.

Doğal ışığın aydınlatma rejiminin gün boyunca değişim göstermesinden dolayı özellikle aydınlatma gerekliliği fazla olan mekanların aydınlatılmasında yapay aydınlatma tercih edilmelidir. Güneş ışığı mevsimler, saatler, hava durumu gibi pek çok kritere göre değişmektedir. Gün ışığı ile aydınlatma dikkate alındığında, ışık kaynağı bina dışında olduğu için ışık, yalnızca binadaki pencere veya atriyum (iç avlu) gibi açıklıklardan içeri girebilir. Işık kaynağı istenen biçimde ve istenen yerde konumlandırılmadığından 3 aydınlatma sisteminin yapay aydınlatma sistemlerindeki gibi istenen şekilde kurulması mümkün değildir. Aynı şekilde doğal aydınlatmayla bina içinde ışık dağılımını denetlemek ve yönlendirmek de çok zordur [2].

Gün ışığı ile sağlanan aydınlık düzeyi, ışığın değişken yapısı nedeniyle kontrol edilememektedir. Yapay ışık kaynakları ise ihtiyaca ve hesap sonucuna göre yerleştirilir ve kontrol edilebilir. Yıpranma faktörü dışında değişken olmadığı kabul edilebilir. Gün ışığı, belirli yönde belirli bölümlerin aydınlatılması gerektiğinde de kullanışsızdır, yapay ışık ise ışık istenen biçimde düzenlenebilir. Bu tip bir çok neden yapay aydınlatma sistemlerinin kullanımını gerekli ve zorunlu kılmıştır. Bu çalışmada da yapay aydınlatma sistemleriyle yapılan iç aydınlatma konusu ele alınmıştır.

3.2 İyi Bir Aydınlatmanın Sağlanması İçin Dikkate Alınması Gereken Kriterler

Aydınlatılacak mahallin kullanım amacı, aydınlatma gereksiniminin nedeni aydınlatma tasarımında belirleyicidir. Çalışma ortamında ışık renginin beyaz, dinlenme ortamındaysa sıcak beyaz olması tercih edilebilir. Bir insan çalışırken 20 000 lüks'e kadar aydınlık düzeyine ihtiyaç duyabilirken, dinlenme durumunda 50 lüks yeterli olabilmekte, hatta fazla aydınlık düzeyi rahatsız edici bir etki yaratabilmektedir. Aydınlatılacak mahallin özellikleri, estetik bakımdan kullanılacak armatürün seçilmesini etkilediği gibi, parlıltı, ışık rengi ve renk sıcaklığı gibi konfora ilişkin kavramlar bakımından da dikkate alınmalıdır. Gözün ışık kaynağını doğrudan görmesi rahatsız edici ve yorucudur, ayrıca aydınlıktan yararlanmayı da azaltır. Yani, doğrudan göze gelen ışık, aydınlatılan nesne ya da alanların, olduğundan daha karanlık görünmesine neden olur ve göz sağlığına da zararlıdır. Bakılan alan, çevredeki alandan daha aydınlık olmalıdır. Yani çalışma düzlemi veya aydınlatılacak temel öğeler yakın çevreye oranla daha karanlık olmamalıdır.

3.3 Aydınlatmada Kullanılan Tanımlar

3.3.1 Işık

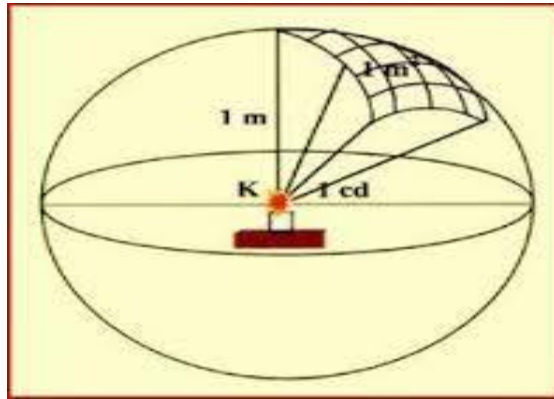
Işığın, sözlük tanımı “görsel duyum uyandıran elektromanyetik ışıınım” şeklinde yapılabilir. Aydınlatmayı, dolayısıyla da görmeyi sağlayan kaynaklara da ışık kaynağı diyebiliriz.

3.3.2 Işık Şiddeti (I)

Işık şiddeti, bir noktadan belirli bir yönde birim katı açılı başına yayılan ışık akısıdır. Bir bakıma kaynağın belirli bir yönde yaydığı ışık enerjisidir.

$$I \text{ (cd)} = F \text{ (lm)} / W \text{ (sr)} \quad (3.1)$$

Burada W katı açısının birimi olan steradyan, bir kürenin yüzeyinde, kenar uzunlukları kürenin yarıçapına eşit büyüklükte bir kare oluşturacak şekilde, kürenin merkezinden yüzeyine uzanan düzlemler arasındaki açıdır.



Şekil 1.1: Işık Şiddetinin Küreselde Gösterilmesi

3.3.3 Işık Akısı (F)

Işık akısı ışık enerjisinin akış miktarı olarak tanımlanabilir. Birim yüzeye dik olarak düşen ışık miktarıdır. Birimi lümen'dir: 1 lümen = 1 candela x 1 steradyan

Bir kürenin merkezindeki noktasal bir ışık kaynağının küre yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı $4\pi I$ lümen'dir. Burada, I, ışık şiddetini 1 cd, kürenin yarıçapını da 1 m kabul edersek ışık akısının birimi olan lümeni elde ederiz. Kürede her 1 metrekaare yüzeye 1 lümen ışık akısı düşer. Teorik olarak 1 cd şiddetinde noktasal bir ışık kaynağı 12,57 lm ışık akısı sağlayabilir, ancak gerçek ışık kaynakları düzgün dağılımlı ışık sağlayamaz.

Çizelge 1.1: Bazı Armatürlerin Işık Akıları

Armatür Işık Akıları (φ: Lümen)		
Armatür tipi	Gücü (W)	Işık akısı Lümen
Akkor telli	15	120-135
	25	215-240
	40	340-480
	60	620-805
	75	855-960
	100	1250-1380
	150	2100-2280
	200	2950-3220
Flüoresan	20	820
	32	1400
	40	2100
Özel armatür	23	2280

Toplam ışık akısı aşağıda formülü gösterilmiştir.

$$\Phi_T = \frac{d \cdot E \cdot A}{\eta}$$

Φ_T = toplam ışık akısı: lümen
 d = tesisin kirlenme faktörü Tablo 1.4 den
 A = odanın alanı (a * b) m²
 E = oda aydınlatma şiddeti: Tablo 1.2 den
 η = oda aydınlatma verimi Tablo 1.3 den

Ampul sayısı ise, toplam ışık akısının lambanın ışık akısına oranı olarak bulunur.

$$Z = \frac{\Phi_T}{\phi}$$

Z = Ampul sayısı
 Φ_T = toplam ışık akısı: lümen
 ϕ = ışık akısı: lümen

3.3.4 Aydınlık Düzeyi (E)

Aydınlık düzeyi, düşen ışıksal akının aydınlatılacak yüzeye olan oranını bildirir. Aydınlık düzeyi, 1 Lm değerindeki ışık akısının 1 m² alana sahip bir yüzeye eşit yayılmış şekilde düştüğü durumda 1 lx değerindedir. “E” harfi ile sembolize edilir.

$$E \text{ (lüks)} = F \text{ (lm)} / A \text{ (m}^2\text{)}$$

“r” Yarıçaplı Küre merkezine “I” şiddetinde bir ışık kaynağı konulduğunda, akı “4π I”, k yüzey alanı da “4π r²” olur.

$$E = 4\pi I / 4\pi r^2$$

$$E \text{ (lüks)} = I \text{ (cd)} / r^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

3.3.5 Aydınlatma Şiddeti

Oluşan aydınlık şiddeti, ampul sayısı belli olduktan sonra kaç lüks bir düzey elde ettiğimizin hesaplanmasıdır.

$$E = \frac{\phi \cdot Z \cdot \eta}{d \cdot A}$$

3.4 Bazı Aydınlatma Şiddetleri

Tabloda bazı mekanlarda kullanılması istenen asgari aydınlatma şiddetleri verilmiştir. Tabloda günümüzde kullanılan her mekana yer verilmemiştir. Aydınlatma hesabı yapılırken, aydınlatma projesi çizilecek mekanların özellikleri dikkate alınmalıdır.

Çizelde 1.2: Aydınlatma şiddetleri

AYDINLATILACAK YER	GENEL LÜX
BÜROLAR	
mimari prj.çizimi	750
dekoratif çizimler	500
hesap,yazı	500
konferans salonu	200
dosyalama	100
yönetici odası	250
bekleme odası	150
BOYA FABRİKASI	
genel aydınlatma	150
renk ayırım yeri	500
HASTANELER	
muayenehane	100-400
ameliyathane	500
mutfak	250
röntgen odası	0-50
laboratuar	300
diş muayene	250-5000
tuvalet	50
doğum odası	250-5000

3.5 Önemli Maddelerin Yansıtma Katsayıları

Çizelge 1.3: Önemli maddelerin yansıtma katsayıları.

Malzeme	%	Duvar Boyaları	%
Koyu Kahverengi	0,10-0,20	Meşe açık renk	0,25-0,35
Açık Sarı	0,60-0,70	Sunta krem rengi	0,50-0,60
Açık Yeşil	0,45-0,55	Alçı sıva	0,90
Açık Kırmızı	0,30-0,50	Eloksallı Alüminyum	0,85
Gök Mavisi	0,35-0,45	Beton	0,10-0,50
Beyaz	0,70-0,90	Cam-Gümüş-Ayna	0,85-0,90
Pembe	0,45-0,55	Granit	0,20-0,25
Açık Gri	0,40-0,60	Beyaz Mermer	0,60-0,65
Kahverengi	0,20-0,30	Kireç badana	0,40-0,45

3.6 Oda Aydınlatma Verimi

Çizelge 1.4: k değerlerine göre oda aydınlatma verimi η

Tavan	0.8				0.5				0.3	
Duvar	0.5		0.3		0.5		0.3		0.1	0.3
Zemin	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1	0.3	0.1
k=	Oda Aydınlatma Verimi Faktörü η									
0,6	0.24	0.23	0.18	0.18	0.20	0.19	0.15	0.15	0.12	0.15
0.8	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	0.59	0.52	0.54	0.48	0.47	0.43	0.43	0.40	0.38	0.36
4	0.63	0.55	0.58	0.51	0.50	0.46	0.47	0.44	0.41	0.39
5	0.66	0.57	0.62	0.54	0.53	0.48	0.50	0.46	0.44	0.40

3.7 Aydınlatma Hesaplamaları

Aydınlatma hesapları çeşitli yöntemlere göre yapılır. İç tesisatta yansımalar olduğu için verim yöntemi uygulanır. Dış cephe aydınlatmalarında ışık şiddeti yöntemi Yol aydınlatma hesaplarında parıltı yöntemi uygulanır. Hesaplar; Noktasal, Doğrusal, Yüzeysel kaynaklara göre yapılabilir. Aydınlatmada Aydınlik düzeyi ve parıltı, Yer ve zaman bakımından düzgünlük, Gölge Işık rengi Kamaşma dikkate alınacak faktörlerdir.

3.7.1 Verim yöntemi ile aydınlatma hesabı

Aydınlatma hesapları konutlar dışındaki binalarda tip hacımlar için yapılır.

Oda İndeksi

$$k = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)}$$

k = oda indeksi a = odanın kısa kenar uzunluğu b = odanın uzun kenar uzunluğu

H = armatürle, çalışma yüzeyi arasındaki yükseklik

Bu değerler kullanılarak, oda indeksi k değeri hesaplanır.

Armatör sayısının belirlenmesi

$h = H - 0,75$ - tij boyu (Aydınlik düzeyi çalışma düzleminde hesaplanır.) Oda indeksi $k = a \cdot b / h \cdot (a + b)$ Verim tablolarından armatür aydınlatma sistemi, tavan duvar yansıtma faktörleri ve oda endeksine bağlı olarak oda verimi ηh bulunur. Armatür tipine bağlı olarak d kirlenme faktörü seçilir.

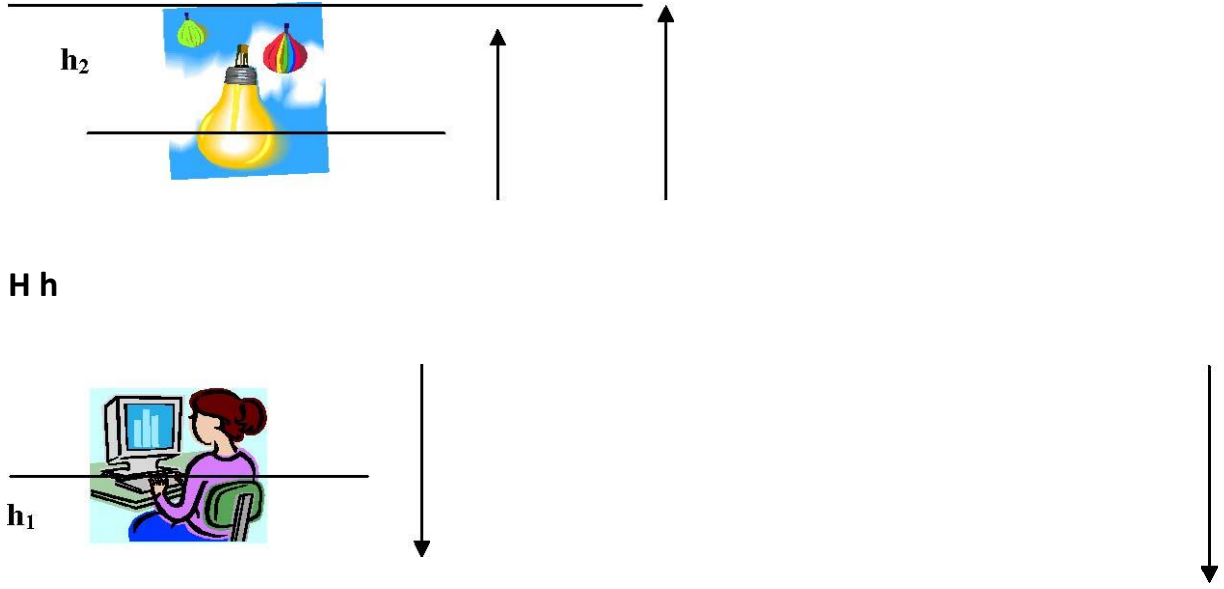
$$n = \frac{d \cdot E \cdot A}{\phi \cdot \eta}$$

n = Kullanılacak armatür sayısı
d = tesisin kirlenme faktörü
A = odanın alanı (a * b)
E = oda aydınlatma şiddeti: lüx
φ = ışık akısı: lümen
η = oda aydınlatma verimi

Armatür sayısı ve lamba adedi dikkate alınarak bulunan aydınlik düzeyi düzeltilir.

3.7.2 Armatürün Çalışma Düzlemine Uzaklığı

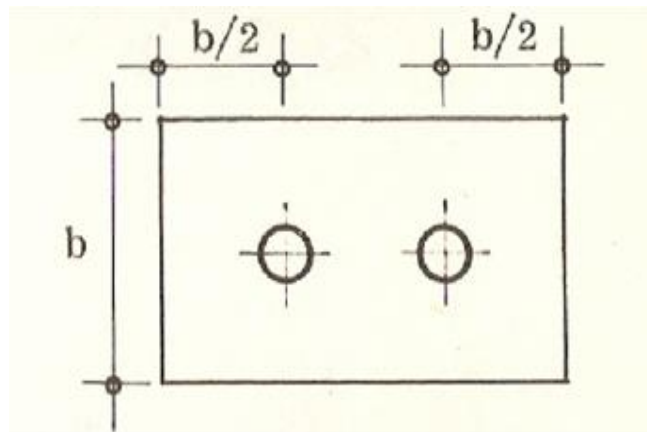
Her armatür yerine monte edildiğinde lamba genellikle tavandan 20 ile 60 cm aşağıdadır. B tipi glop armatürlerde mesafe alınmaz, ama örneğin avizeler için tij boyu 60 cm alınabilir. Çalışma düzlemi de genellikle masa boyu olan yerden 70-80 cm olarak düşünülür. Oturma düzleminde de 50 – 60 cm düşünülebilir.



Şekil 1.2: Çalışma düzlemi

$$H = h - (h_1 + h_2)$$

3.7.3 Aydınlatma Armatörlerinin Yerleştirilmesi



Şekil 1.3: Aydınlatmanın düzgünlüğünün sağlanması için tavsiye edilen yerleştirme düzeni

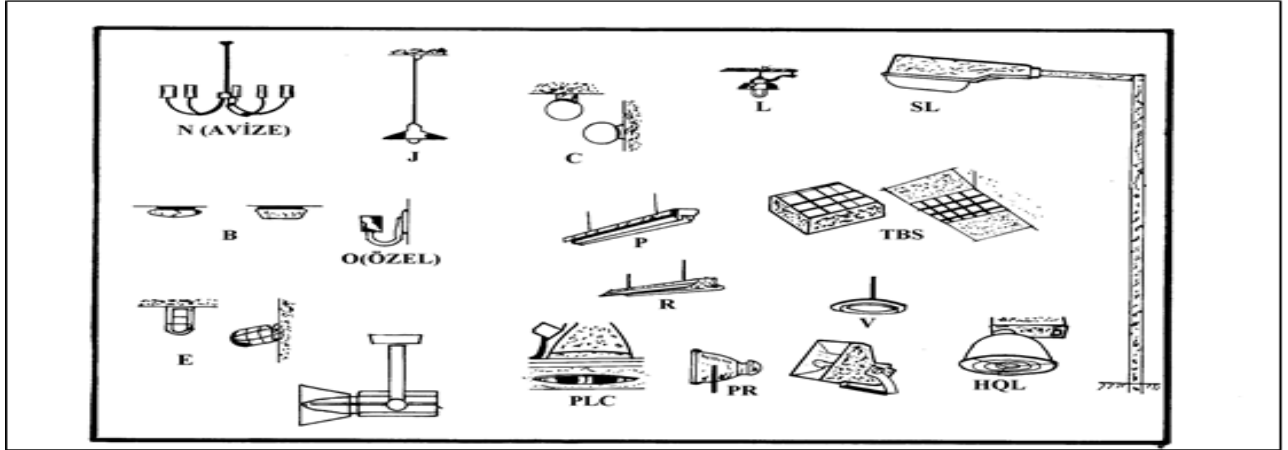
Aydınlatma düzgünlüğünün $E_{min} / E_{ort} = 1/1.5 - 1/2.5$ olması istenir. $h/2x = 1/1 - 1/2$ için bu şart sağlanır.

3.7.4 Excel İle Aydınlatma Hesabı:

Hastane projemin Bodrum Kat 2. Kısım aydınlatılması hesapları ve etkenleri aşağıda örnek olarak verilmiştir.

Çizelge 1.4: Bodrum kat 2. Kısım aydınlatma hesabı

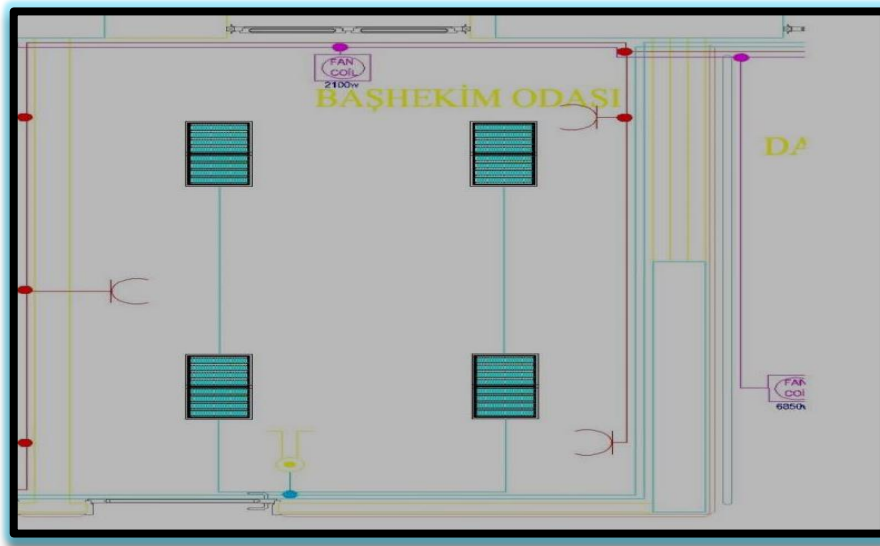
AYDINLATMA HESABI						
MAHAL İSMİ	ÇAMAŞIRHANE	TEMİZ ÇAMAŞIR TASNİF	TEMİZ ÇAMAŞIR VERİŞ	MUTFAK 1	MUTFAK 2	MUTFAK YANI KORİDOR
Mahal eni (a) (m)	6,15	5,13	1,99	7,27	2,59	1,9
Mahal boyu (b) (m)	6,9	6,56	7,53	7,41	7,27	12,69
Mahal yüksekliği (H) (m)	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Armatür yüksekliği (h) (m)	3,00- 0,85	3,00- 0,85	3,00- 0,85	3,00- 0,85	3,00- 0,85	3,00-0,85
İstenilen aydınlık şiddeti (E) Lüx	200	200	200	200	250	100
Tavan-duvar-yer yansıtma faktörleri	80-50-30	80-50-30	80-50-30	80-50-30	80-50-30	80-50-30
Mahal endeksi (k) $k=a \times b / h \times (a+b)$	1,51	1,34	0,73	1,71	0,89	0,77
Mahal verimi (cetvelden) (h)	0,33	0,34	0,27	0,31	0,28	0,28
Seçilen armatür gücü (W)	35	35	36	36	36	18
Seçilen armatür ışık akısı (Ø)	3650	3650	2350	2350	2350	1000
Seçilen armatür tipi	TBS	TBS	TBS	TBS	TBS	TBS
Hesaplanan armatür sayısı $Z=E \times a \times b \times 1,25 / Ø \times h$	8,81	6,78	5,90	18,49	8,94	10,76
Kullanılacak armatür sayısı	N3x100W	TBS7 x 35 W	TBS6 x 36 W	TBS18 x 36 W	TBS9 x 36 W	TBS11 x 18 W



4.BİNANIN AYDINLATMA PROJESİNİN ÇİZİMİ

4.1 Aydınlatma Linyelerinin Çizimi Ve Armatürlerin Gösterimi

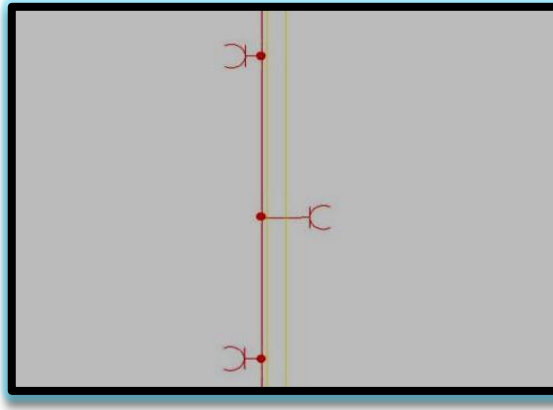
Dağıtım tablosundan, son aydınlatma armatürünün bağlandığı buvata kadar çekilen hatta aydınlatma linyesi adı verilir. Aydınlatma linyelerinde enaz 2,5 mm² lik bakır iletken ve aydınlatma sortilerinde de enaz 1,5 mm² lik bakır iletken kullanılır. Her çizilen aydınlatma linyesine bir numara verilir. Armatürün yeri ise aydınlatmanın eşit ve düzgün olması prensibine göre genellikle tavanın ortalanması ile bulunur. Tabi ki özel durumlarda ya da istek halinde duvardan da aydınlatma yapılabilir. Genellikle tüm kapılar bir duvara karşı açılmaktadır. Anahtarların yerleşim yeride kapıların açılış yönüne göre konulmalıdır. Aşağıdaki autocadden alınan resimde anahtar yerleşimi ve armatör yerleşimi yukarıdaki kurallara göre nasıl yerleştirildiği görülebilir:



Şekil 2.1: Aydınlatma Armatürlerin Gösterimi

4.2 Priz Linyelerinin Çizimi Ve Prizlerin Gösterimi

Dağıtım tablosundan, prizin bağlandığı buvata kadar çizilen hattır. Priz linyelerinde ve priz sortilerinde en az 2,5 mm² lik bakır iletken kullanılır. Priz linyelerinde her çizilen linyeye bir numara verilir. Böylece hangi sigorta ile ilişkilendirildiği kolayca takip edilir. Bütün prizler, toprak hatlı olmak zorundadır. Banyolarda en az iki (çamaşır makinesi ve elektrikli şofben gücüne uygun), mutfakta ise en az üç bağımsız priz linyesi (bulaşık makinesi, elektrikli fırın ve elektrikli su ısıtıcısı gücüne uygun) olacaktır. Prizlerin kullanma amacı ve güçleri belirtilecek, kullanma amacı belli olmayan priz güçleri bir fazlı priz için en az 300 watt, üç fazlı priz için en az 600 watt kabul edilecektir. Priz linyelerine en çok yedi priz bağlanabilecek, ancak priz güçleri toplamı 2000 VA.'yı geçmeyecektir.



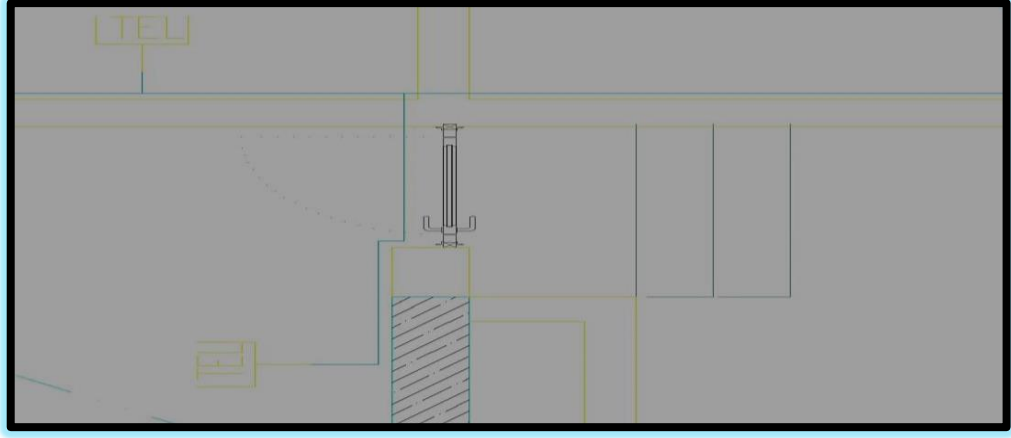
Şekil 2.2: Prizlerin Gösterimi

4.3 Zayıf Akım Hatlarının Çizimi

Zayıf akım tesisatı, yangın alarm, telefon, seslendirme ve anons, VHF-UHF ve uydu anten ortak TV, acil aydınlatma, kapalı devre TV (CCTV) ve veri iletişim (DATA) sistemlerini kapsar.

4.3.1 Telefon tesisatı

Tesisat, telefon prizlerinden kat veya ara telefon terminallerine kadar PVC boru veya özel kanal içinden en az 0,5 mm çapında bakır iletkenli PVC izoleli, PVC kılıflı elektriksel özelliklere uygun bina içi telefon kablosu çekilmek suretiyle yapılmalıdır. Kullanılacak malzemeler TSE standartlarına uygun olarak seçilmelidir. Aşağıdaki auctardan bir örnek gösterilmiştir:

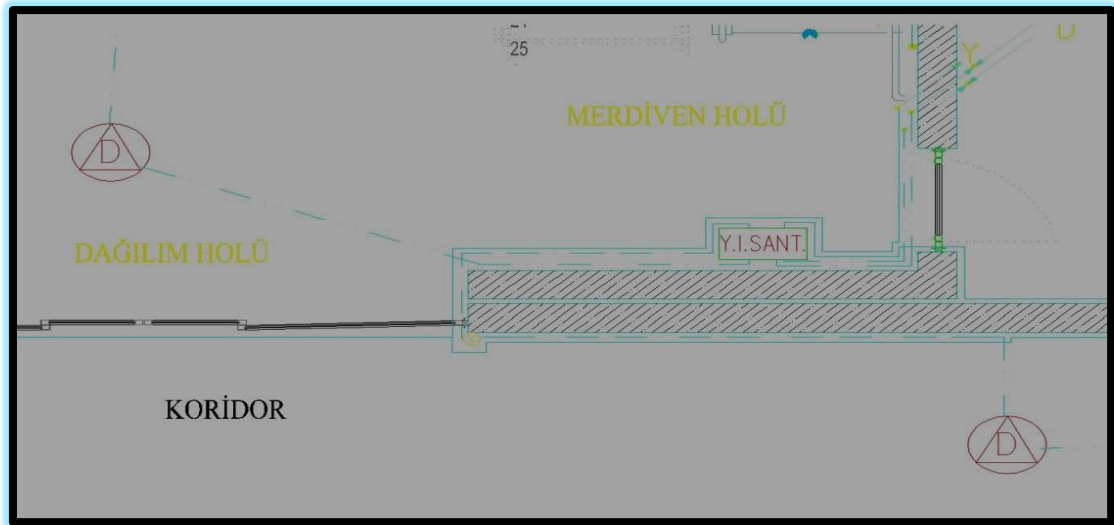


Şekil 2.3: Telefon Tesisatı

4.3.2 Yangın alarm sistemi

Yangın ihbar butonları yangın kaçış yollarında tesis edilecek ve her kaçış/çıkış noktasında bir adet yangın ihbar butonu bulunacaktır. Yangın ihbar butonlarının bir kattaki her hangi bir noktadan o kattaki her hangi bir yangın ihbar butonuna yatay erişim uzaklığı 50 m'yi geçmeyecek şekilde düzenlenecektir. Tüm yangın ihbar butonları görülebilir ve kolayca erişilebilir olacaktır.

Yangın ihbar butonları, yerden en az 110 cm ve en fazla 140 cm yükseklikte monte edilecektir. Sesli ve ışıklı uyarı cihazlarının hatları PVC boru içerisinde plastik izoleli, en az 2x 2,5 mm² kesitinde iletkenlerle yapılmalıdır. Rutubetli yerlerde tesisat, etanj malzeme ile sıva üstünden yapılmalıdır. Aşağıda autocadden alınmış yangın alarmından bir örnek gösterilmiştir:



Şekil 2.4: Yangın Alarm Sistemi

4.4 Elektrik Projeleri Uygulama Standartları

Elektrik iç tesisatı, bir binanın iç kısımlarında yer alan aydınlatma tesisatının genelini kapsayan uygulamalarıdır. Bu uygulamalar priz, zayıf akım, TV, internet, telefon v.b tesisatları içermektedir. Elektrik iç tesisatı yürürlükte bulunan, kanun yönetmelik ve EMO proje standartlarına uygun olarak hazırlanmaktadır.(MEB). Elektrik iç tesisatı uygulamalarına başlamadan önce projesi hazırlanacak binanın her katına ait mimari planlar ilgililerden temin edilerek Elektrik İç Tesisat Planının hazırlanması gerekmektedir. Her kata ait mimari plan üzerinde elektrik, zayıf akım ve diğer tesisat planları çizilmelidir. Çizimler hataların oluşmasını önlemek ve zamandan tasarruf sağlamak açısından bilgisayar programları kullanılarak çizilmelidir.

Elektrik tesisatları uygulanırken yürürlükte yer alan Türk Standartları'na uyumuna özen gösterilmelidir. Tesisatta kullanılacak borular standartlara uygun seçilmeli ve döşenmelidir. Sıva altında ve üstünde bergman ve stalpanzer, sadece sıva altında peşel borular ve plastik elektrik tesisat boruları kullanılmalıdır. Kullanılan boruların iletkenlere zarar vermemesi için ağzı çapaklı, keskin köşeli borular kullanılmamalı, boru uçlarına ağızlıklar takılmalıdır. Boruların iç çapı ile kıvrılma yarıçapı ve sayısı, gerekli sayıdaki yalıtılmış iletkenin zarar görmeden geçebileceği büyüklükte seçilmelidir. Aynı zamanda iletkenlerin gerektiğinde değiştirileceği de dikkate alınmalıdır. Peşel borulu tesislerde kullanılacak peşel kutuların iç çapı en az 58 mm olacak ve bu kutularda dörtten fazla boru ile bağlantı yapılmaması gerekir. Duvar üzerinde dirsekli boru kullanılarak yapılan yapı giriş hatlarında boru, duvardan en az 5 cm açıklıkta olmalıdır. Duvar arkasında kolay tutuşabilen gereçler bulunduğunda ise bu açıklık en az 30 cm olmalıdır. Boru ile duvar arasına en az 30 cm genişliğinde elektrik arkına dayanıklı bir levha yerleştirilirse yukarıdaki açıklıklar daha küçük tutulabilir. Bu şekildeki yapı giriş hatlarında da kolay tutuşabilen gereçlerin iletkenlere yaklaşmasını önleyici tedbirler alınmalıdır. Anahtardan anahtar altı prize geçiş yapılamaz. Bu priz bulunduğu konum olarak bu adı almıştır. Anahtara ve anahtar altı prize gelen besleme iletkenleri normal olarak ayrı borular içinde çekilmelidir. Prizler, dağıtım kutusu olarak kullanılmamalıdır. Projede yer alan bazı elemanların standartlara uygunluğunu aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

4.4.1 Anahtarlar, zeminden 110 cm yukarıda

4.4.2 Prizler, zeminden 40 cm yukarıda

4.4.3 Tablolar, zeminden 200 cm yukarıda

4.4.4 Buatlar, zeminden 220 cm yukarıda

4.4.5 Tesisat hattının, kapılardan 30 cm; duvar birleşim noktalarından ve pencerelerden 50 cm uzakta olması gerekir

5. KOLON HATLARI VE ŞEMALARI

5.1 Kolon hattı ve şeması ile ilgili bilgi

Kolon hattı:

Elektrik kurumunun enerji dağıtım direğinden sayaca ya da ana dağıtım tablosuna kadar olan hatta ana kolon hattı denir. Ana kolon hattında ek olmaz ve kullanılacak bakır iletkenin kesiti en az 6 mm² olur. Elektrik tesislerinin yapımında alıcılardan sayaca kadar olan kısmın yapımı ve sorumluluğu tesisatı yapan elektrikçiye aittir. Ana kolon hattının şebekeye bağlanması ve kontrolü ise elektrik kurumu yetkilileri tarafından yapılır.

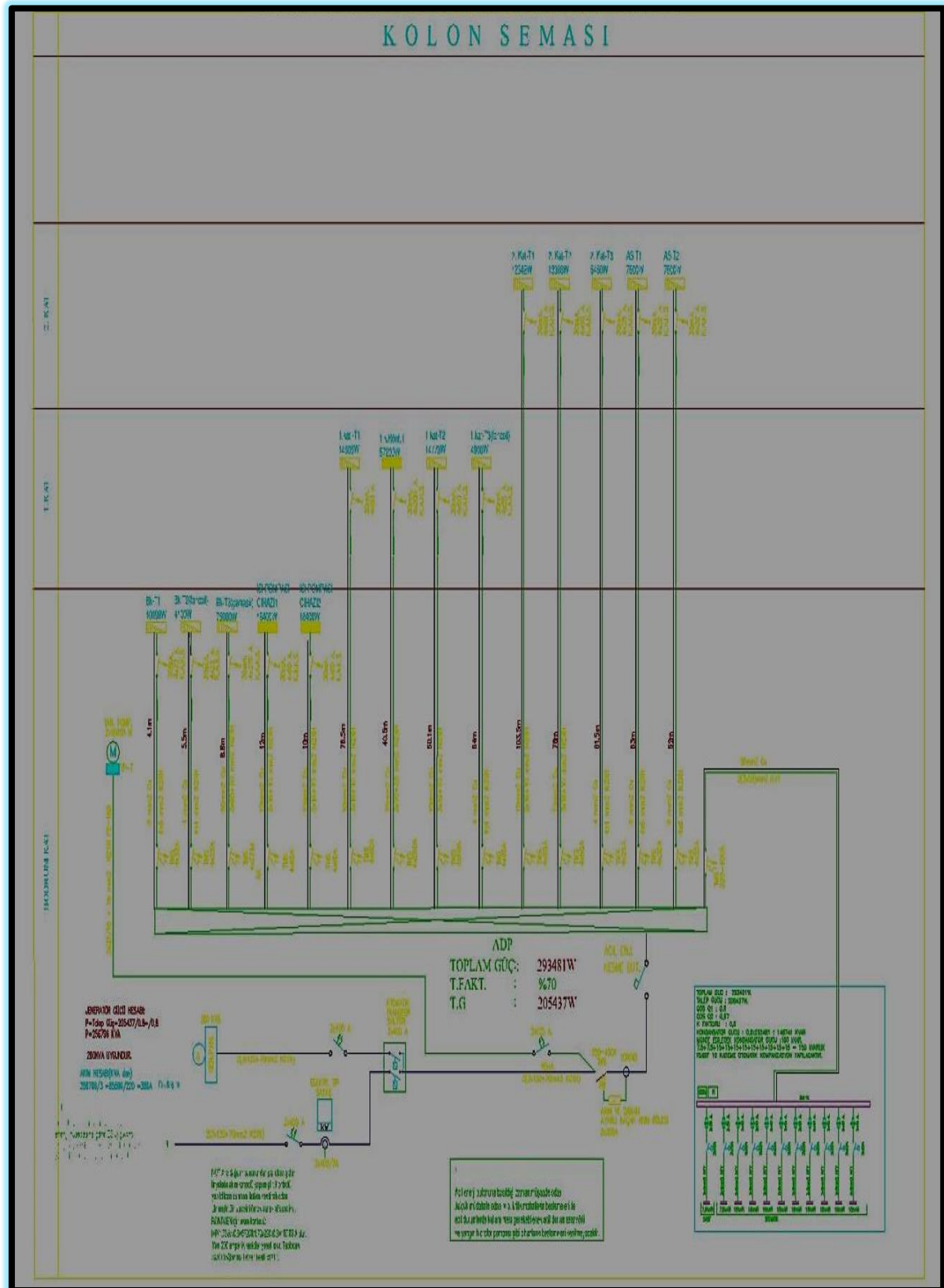
Kolon şeması:

Yapı bağlantı hattı, ana kolon, kolon ve linye hatları da olmak üzere tüketiciye (alıcıya) kadar olan elektrik tesisat bağlantılarının tek hat şeklinde gösterimine kolon şeması denir. Kolon şemalarının sigorta akım değerleri ile şalterlerin akım değerleri, TEDAŞ girişinden linyelere doğru büyük akım değerinden küçüğe doğru sıralanmalıdır. Tesise enerji girişinden başlayarak, sigorta cinsi ve akım değerleri, uzunluğu, kablo cinsi ve kesiti, sayaç, ana şalter, ana ve dağıtım panoları, panolar üzerinde bulunan ölçü aletleri ve ölçme alanları, linye sigortaları ve cinsleri, linye şalterleri cinsi ve akım değerleri, topraklama ve topraklama iletkenleri kolon şemasında yer almalıdır.

5.2 Kolon hattının çizimi

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. Kolon hattında en az 4 mm² lik iletken kullanılır.

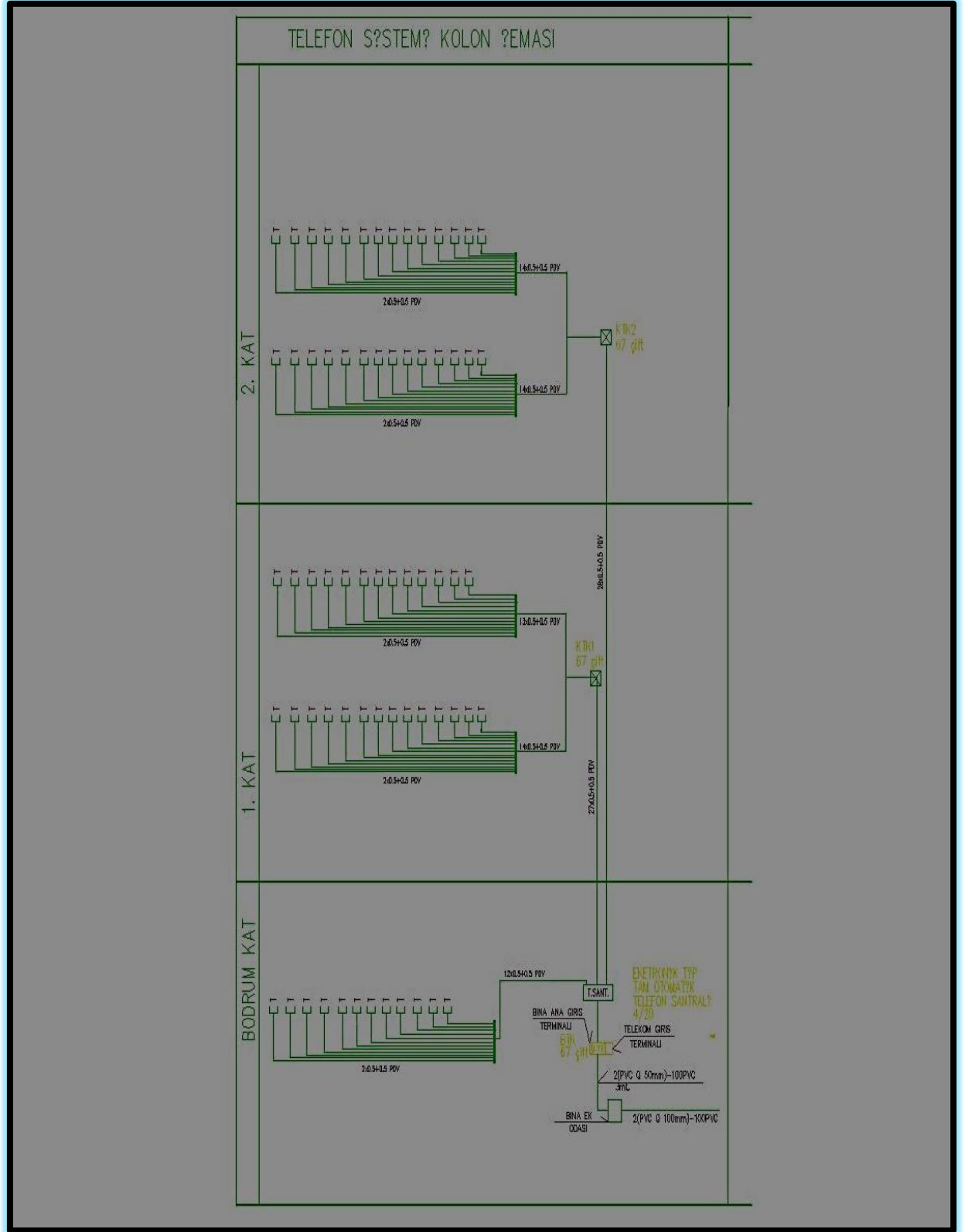
Aşağıda autocadden alınan kolon şeması görülmektedir:



Şekil 3.1: Kolon Şeması

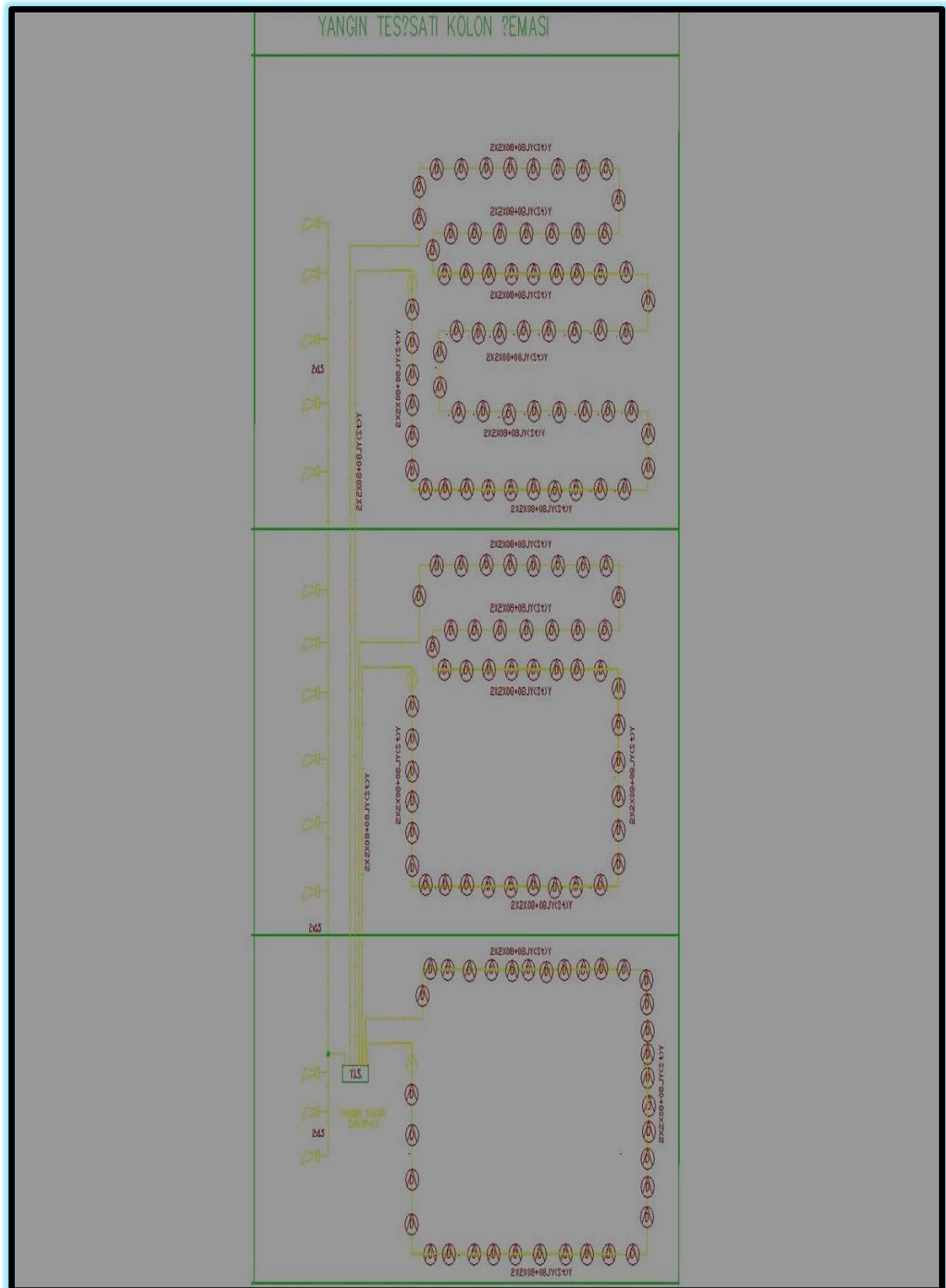
5.3 Zayıf Akım Kolon Şemaları

5.3.1 Telefon hattı kolon şeması



Şekil 3.2: Telefon Hattı Kolon Şeması

5.3.2 Yangın alarmı sisteminin kolon şeması



Şekil 3.3: Yangın Alarmı Kolon Şeması

5.4 Tablo yükleme cetveli

Tablo yükleme ve faz dağıtım cetveli çizilen aydınlatma projesinin bir özetini sunmaktadır. Tabloların yükleme cetvelleri, yüklerin özelliklerini, sorti cins ve sayılarını, linye güçlerini, sigorta cins ve kesme kapasitelerini ve gerekli diğer bilgileri kapsar. Yükleme cetveli sayesinde aşağıdaki soruların cevaplarını bulabiliriz:

- 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?
- Hangi linyede kaç adet priz bulunur?

Elektrik dağıtım sistemlerinde fazlar arası yükün dengeli dağıtılması istenmektedir. Bunun nedeni fazlar arası yük dengeli dağıtılmadığı zaman dağıtım hatlarında ve trafolarda sorunlar yaşanabilmektedir. Bu durum yerel trafoların yüklenmesini ve yük dağılımını etkilemektedir. Yükleme cetvelinde bu faz dağılımı gösterilmelidir. Doğru faz dağıtımı; mahallemizde, yöremizde ve şehrimizdeki besleme trafolarının doğru bir şekilde çalışmasını sağlayacak ve oluşabilecek sorunları en aza indirecektir. Bu nedenle fazlara eşit ya da yaklaşık oranlarda güç dağıtımı yapılmalıdır. Işık ve priz linyelerine kullanılacak sigorta özellikleri, hangi faza bağlanacağı ve linye ile beslenen alıcı özellikleri belirtilmelidir. Bodrum kat tablo 1 ve 1. Kat tablo 3 örnek olarak autocaddan alınmıştır:

TABLO					LİNYE NO	SORTİ		SİGORTA		KURULU GÜÇ				NOT
NO	KURULU GÜÇ (W)	ÇİNSİ VE ALANI	GİRİŞ	SİGORTA		KUMA	PRİZ	ANMA AKIMI (A)	ÇİNSİ	R	S	T	RST	
BODRUM KAT-12	3950W	GÖMME TİP SAK TABLO	3x20A AOSOMAT	4x25A (30mA) K.LKS	1	6	-	10	AOS	850				Fan Coil
					2	5	-	10	AOS		750			Fan Coil
					3	5	-	10	AOS			550		Fan Coil
					4	6	-	10	AOS	850				Fan Coil
					5	8	-	10	AOS		1100			Fan Coil
T	O	P	L	A	M					1700	1850	550		4100W

TABLO					L?NYE NO	SORTİ		S?GORTA		KURULU GÜÇ				NOT
NO	KURULU GÜCÜ (W)	C?NS? VE ALANI	G?R?S	S?GORTA SALTER		KLİMA	PR?Z	ANMA AKIMI (A)	C?NS?	R	S	T	RST	
1. KAT	4900W	GÖMME TİP SAC TABLO	3x20A AOSOMAT	4x25A (30mA) KAKA	1	6	-	10	ACB	750				Fan Coil
					2	6	-	10	ACB		900			Fan Coil
					3	5	-	10	ACB			600		Fan Coil
					4	4	-	10	ACB	600				Fan Coil
					5	6	-	10	ACB		800			Fan Coil
					6	6	-	10	ACB			600		Fan Coil
					7	5	-	10	ACB	650				Fan Coil
T	O	P	L	A	M					2000	1700	1200		4900W

Şekil 3.4: Tablo Yükleme Cetveli

6. GERİLİM DÜŞÜMÜ VE AKIM KONTROLÜ

6.1. Gerilim Düşümü Yapılacak Hat Seçimi Ve Sınırları

Yapılan projelerde ana kolon, kolon ve linie hatlarında kullanılan iletken kesitlerinin uygun olup olmadığı gerilim düşümü kontrolü ile belirlenir. Bu amaçla tüm aydınlatma projelerinde en uzun ve en güçlü linyeler için iletken kesitin uygunluğu belirlenir. Çamaşır makinesi ve buzdolabı gibi cihazlar iç tesisat yönetmeliğine göre ayrı linie ile besleneceğinden, genellikle gerilim düşümü hesaplamalarında bu linyeler dikkate alınır. Gerilim düşümü sınırı kullandığımız kablo kesiti ve linyenin uzunluğu ile ilgilidir. Besleme ve aydınlatma devrelerinde 220 volt için izin verilen % gerilim düşümü, çalışma geriliminin % 1,5 i dir. 380 volt belseme yapmışsak, izin verilen % gerilim düşümü, çalışma geriliminin % 3 ü dür. Hesap değerlerimiz sonucunda bu değer aralığının üstünde bir değer bulunduyorsa kablo kesiti artırılmalıdır.

6.2. Kabloların Taşıyabileceği Akım Tablosu

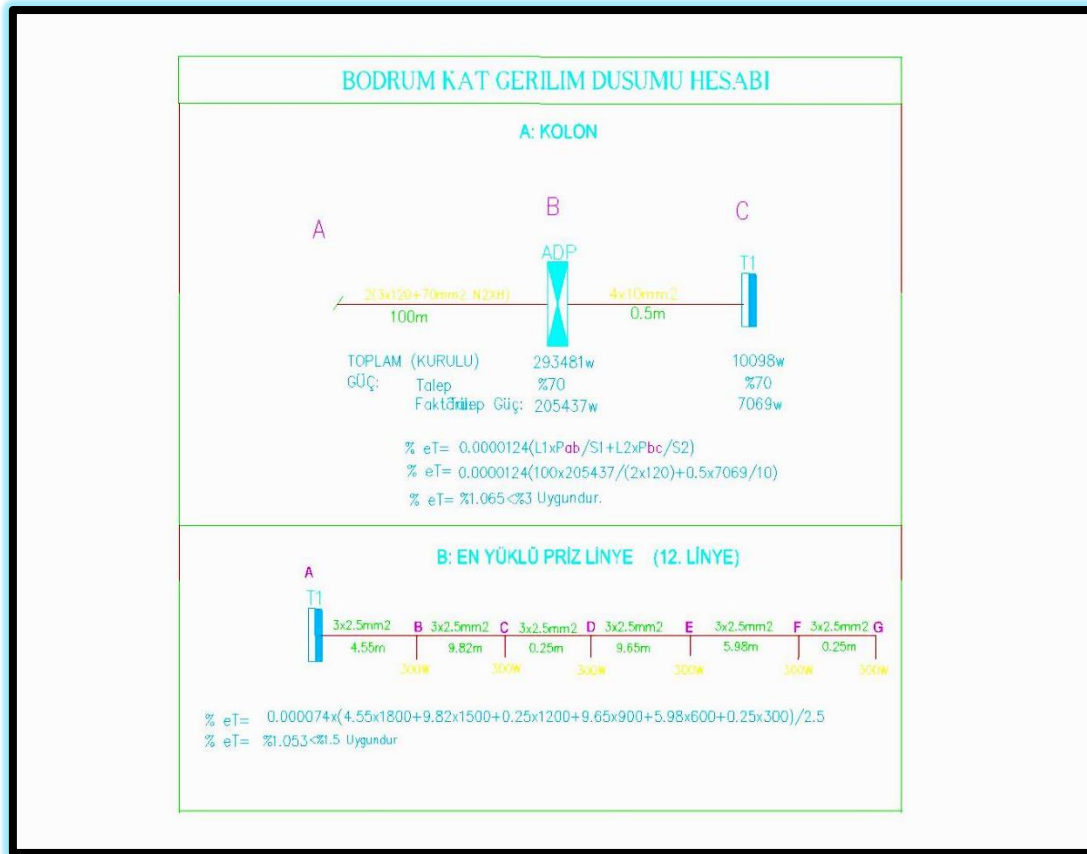
KESİT	TOPRAKTA	HAVADA
3x10/10mm ² NYY	75 A.	60 A.
3x16+10/10mm ² NYY	95 A.	80 A.
3x25+16/16mm ² NYY	118 A.	96 A.
3x35+16/16mm ² NYY	125 A.	100 A.
3x50+25/25mm ² NYY	185 A.	159 A.
3x70+35/35mm ² NYY	200 A.	180 A.
3x95+50/50mm ² NYY	250 A.	220 A.
3x120+70/70mm ² NYY	250 A.	220 A.
2(3x95+50/50mm ²) NYY	400 A.	366 A.
2(3x120+70/70mm ²) NYY	400 A.	366 A.
3x240+120/120mm ² NYY	464 A.	436 A.
3x300+150/150mm ² NYY	524 A.	481 A.
3x400+185/185mm ² NYY	600 A.	560 A.

NYA KABLO KESİTLERİ	
KABLO KESİTİ	CEKTİĞİ AKIM (A)
4x4/4 mm ²	25
4x6/6 mm ²	35
4x10/6 mm ²	48
3x16+10/10 mm ²	65
3x25+16/10 mm ²	88
3x35+25/16 mm ²	110
3x50+35/25 mm ²	140
3x70+50/35 mm ²	175
3x95+70/50 mm ²	210
3x120+95/70 mm ²	250
3x150+95/70 mm ²	309
3x240+120/70 mm ²	415

Şekil 4.1: Kabloların Taşıyabileceği Akım

6.3 Gerilim Düşümü Hesabı

Örnek olarak; Bodrum kat gerilim düşümü hesabı autocadden alınmıştır.



Şekil 4.2: Gerilim Düşümü Hesabı

6.4 Akım Kontrolü Hesabı

Akım kontrolü hesabı ana kolon ve kolon hatlarında kullanılan kabloların akım taşıma

kapasitelerinin test edilmesidir. Bir anlamda kullanılan iletken kesitinin uygunluğunun onaylanmasıdır. Hesaplama; besleme geriliminin 2 Faz ve ya 3 faz olmasına göre yapılır. Aşağıda autocaddan alınmış 3 tane akım kontrolü vardır.

JENERATÖR GÜCÜ HESABI:
 $P = \text{Talep Güç} = 205437 / 0.8 = /0,8$
 $P = 256796 \text{ KVA}$

260KVA UYGUNDUR.

AKIM HESABI(KVA dan)
 $256796 / 3 = 85599 / 220 = 389A \quad \text{Faz Başına}$

RÖNTGEN için akım kontrolü:
 $I = P / 1.73 \times V \times 0.8 = 57200 / 1.73 \times 220 \times 0.8 = 187.86 \text{ A olur}$
Yani 200 amperlik kesiciler yeterli olur. Tablodan
3x70+35/35mm² iletken kesiti yazılır.

Şekil 4.3: Akım Kontrolü Hesapları

7. TOPRAKLAMA

7.1 Mimari Plan Yapısı İle İlgili Bilgi

Topraklama projeleri çizilmeden önce, topraklama yapılacak olan binanın plan, projesi incelenerek yönetmeliklere uygun olarak araştırmalar yapılır (toprak özgül direnci, binanın kullanım amacı, apartman, okul vs.).Risk ve belirsizlikleri en aza indirecek sonuçları en kısa zamanda elde etmeye çalışmak gerekir. Mimari plan hazırlanırken yürürlükteki kanun, yönetmelik, şartnameler, TSE ve uluslararası standartlara uygun olarak hazırlanmalıdır. Ön şartı mimari planlardır. Mimari plan enerji girişi ve dağıtımı için önemlidir.

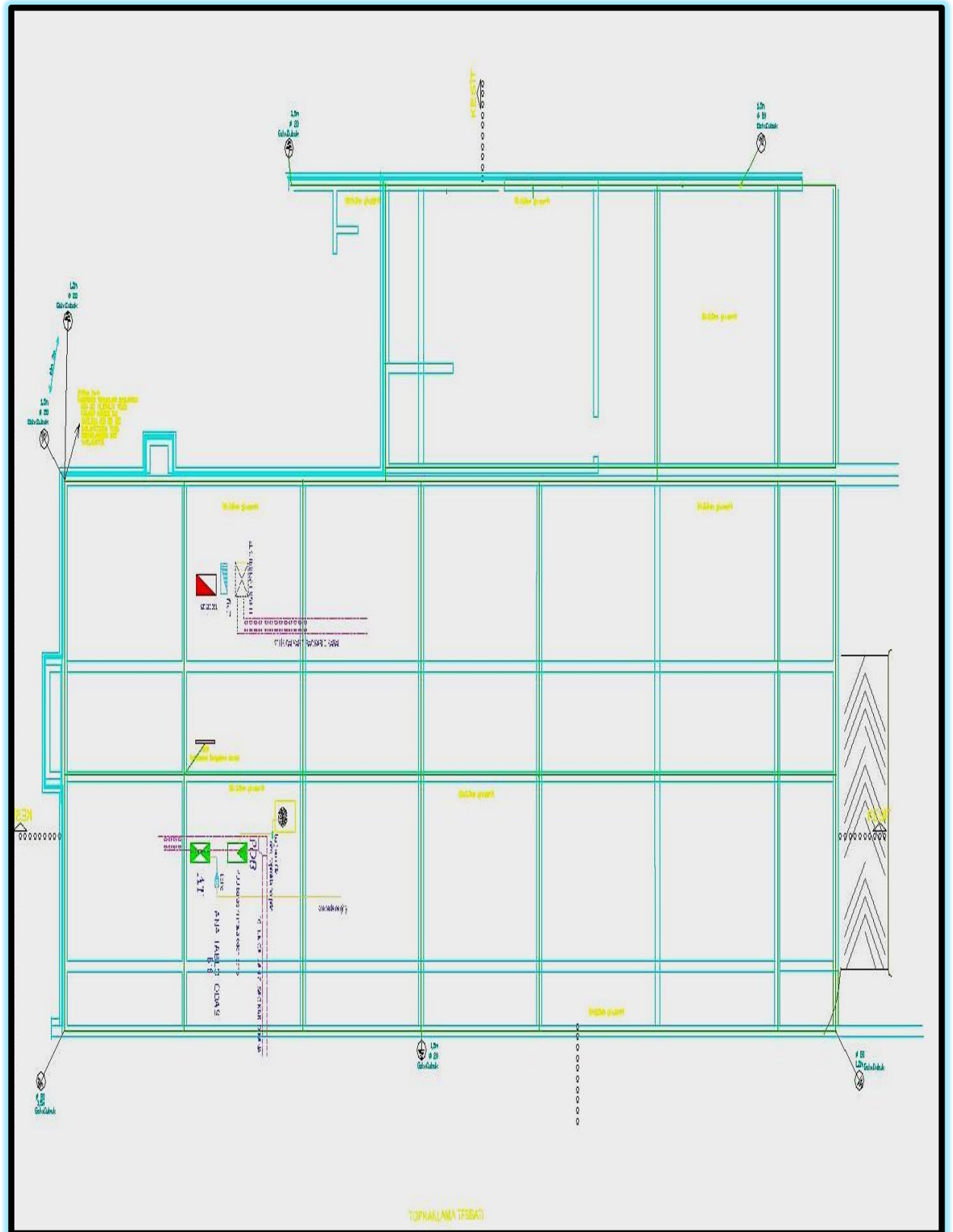
Topraklama ve topraklayıcı tesislerine ait hükümler ise 44. ve 45. madde olarak bu hükümler içinde yer alır. Topraklama tesislerinde yapılacak olan tüm ayrıntılı işlemler TMMOB'lığının 21/08/2001 tarihli ve 24500 sayılı Resmi Gazete'de yer alan hükümleri doğrultusunda yapılır. Çizilmiş olan mimari plan üzerinde binanın temel ölçüleri mevcuttur. Bu ölçüler ve binanın kullanım amacı (okul, apartman, otel vs.), binada kullanılan çalışma gerilimi de göz önünde bulundurularak gerekli topraklama değerleri hesaplanır.

Topraklayıcının ve topraklama iletkenlerinin tesis edilmesi: Bir topraklama tesisi genel olarak toprak içine gömülen veya çakılan yatay, düşey veya eğik birkaç topraklayıcının bir araya getirilmesi ile (uygun toprak yayılma direncinin elde edilmesi için çeşitli topraklayıcı kombinasyonları) yapılır.

Toprak öz direncini düşürmek için, kimyasal maddelerin kullanılması önerilmez. Yüzeysel topraklayıcılar 0,5m ile 1m arasında bir derinliğe yerleştirilmelidir. Bu mekanik olarak yeterli bir güvenlik sağlar. Topraklayıcının, donma noktası sınırı altında kalan bir derinliğe tesis edilmesi tavsiye edilir.

Düşey çakılan çubuklar durumunda her bir çubuğun başı, genellikle toprak seviyesinin altına yerleştirilmelidir. Toprak öz direncinin derinliğe bağlı olarak azalması halinde düşey veya eğik olarak çakılmış topraklayıcıların özellikle yararı vardır. Bu yönetmeliğe uygun olarak topraklanmış ve inşaatın bir birimini oluşturan metal iskelet, bu iskelete doğrudan bağlanan toprak bölümleri için topraklama iletkeni olarak kullanılabilir.

Aşağıda autocadden alınmış topraklamanın mimari plan yapısı görülmektedir:



Şekil 5.1: Topraklama Sistemi

7.3 Temel Topraklama Hesabı

Aşağıda autocadden alınmış temel topraklama hesabı görülmektedir:

TEMEL TOPRAKLAMASI HESABI

β = Toprak özgül direnci
 A = Binanın temel alanı
 L = Şerit uzunluğu
 D = Şerit çapı (esdeger alan)
 E = Topraklama Elektrot Adeti
 h = Gömülme derinliği
 $L_{\text{ç}}$ = Çubuk boyu
 R_y = Yatay topraklama esdeger direnci
 $R_{\text{ç}}$ = Dikey topraklama esdeger direnci
 R_e = Toplam topraklama esdeger direnci

BİNA İÇİN:

A : Binanın Temel Alanı : 1000 m²

$$D = 2 \times \sqrt{\frac{A}{3,14}} = 2 \times \sqrt{\frac{1000}{3,14}} = 2 \times \sqrt{318,47} = 35,69 \text{ m}$$

L : Şerit Uzunluğu : 450 m

$\beta \approx 300 \text{ ohm.m}$ kabul edilirse (Bir doz çimento + üç doz kum karışımı beton için);

$$R_y = \left[\frac{\beta}{2 \times D} \right] + \left[\frac{\beta}{L} \right] = \left[\frac{300}{2 \times 35,69} \right] + \left[\frac{300}{450} \right] = 4,86 \text{ ohm}$$

$\beta \approx 300 \text{ ohm.m}$ kabul edilirse (Düşük geçirgenlikte toprak için);

$$R_{\text{ç}} = \frac{\beta}{E \times L_{\text{ç}}} = \frac{300}{6 \times 2,0} = 25 \text{ ohm}$$
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_y} + \frac{1}{R_{\text{ç}}} = \frac{1}{4,86} + \frac{1}{25}$$
$$R_e = \frac{4,86 \times 25}{4,86 + 25} = 4,07 \text{ ohm}$$

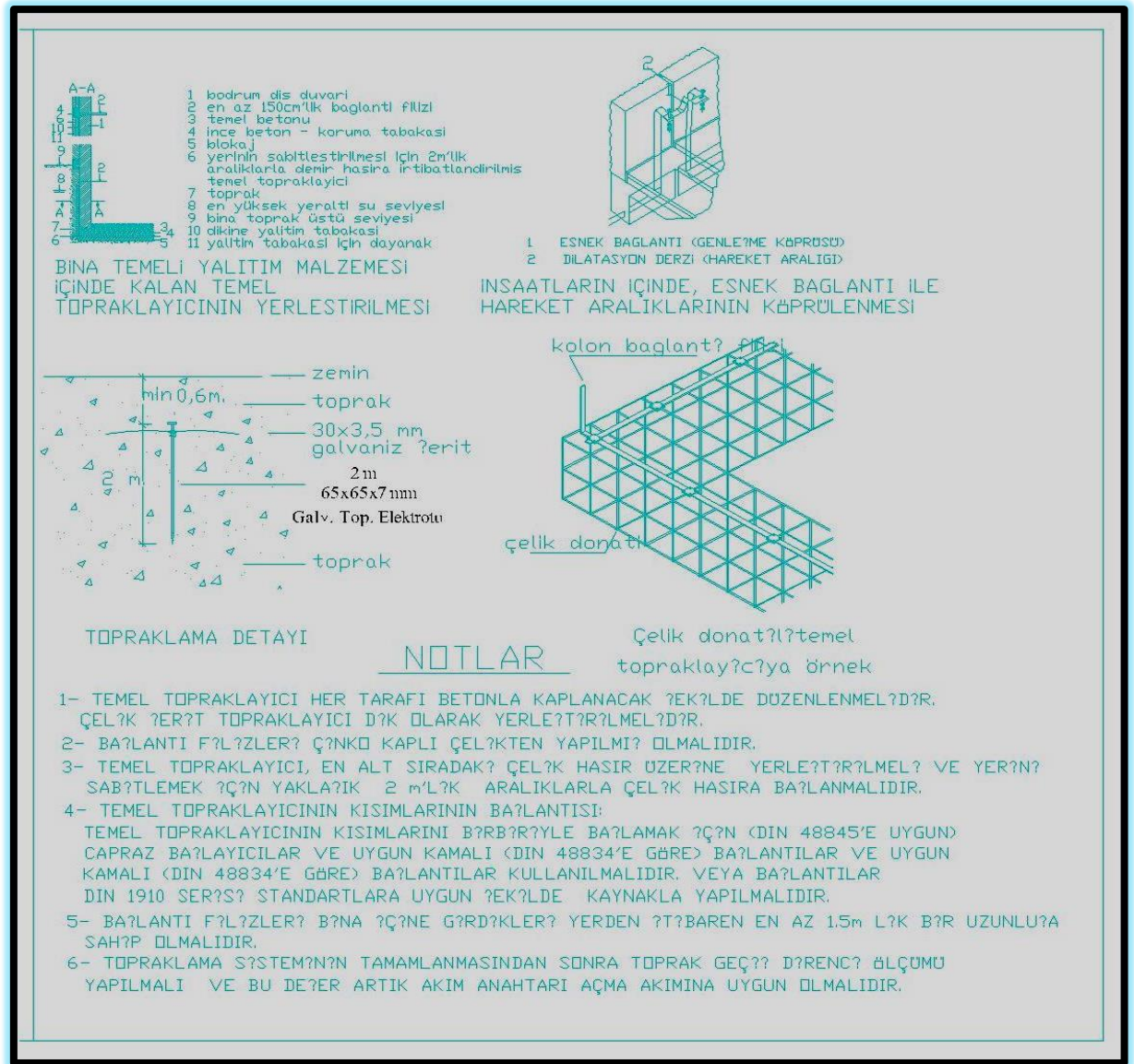
U_t = Temas Gerilimi = 25 V
 I_n = Artık Akım Anahtarı Açma Akımı = 300 mA

$$R_e = 4,07 \text{ ohm} < \frac{U_t}{I_n} = \frac{25}{300 \times 10^{-3}} = 83,3 \text{ ohm}$$

olduğundan yapılan temel topraklaması uygundur.

ARTIK AKIM ANAHTARI KULLANILMASI ZORUNLUDUR.

Şekil 5.2: Topraklama Hesabı



Şekil 5.3: Topraklama Detayı Ve Topraklayıcının Yerleştirilmesi

7.4 İç Tesisleri Yönetmeliği'nin topraklama projeleri ile ilgili kısımları;

Tanımlar:

30 - Yıldırımdan koruma sistemi (YKS): Bir yapının yıldırım etkilerinden

korunması için kullanılan, dış ve iç koruma sistemlerinin her ikisini de ihtiva eden komple sistemi,

31 - Dış YKS: Yakalama uçları sistemi, iniş iletkenleri sistemi ve toprak bağlantı

sisteminden oluşan bölümü,

32 - Yakalama ucu sistemi: Dış YKS'nin atmosferik kaynaklı elektrik deşarjlarını tutması amaçlanan bölümünü,

33 - İndirme iletkenleri sistemi: Yıldırım akımını, yakalama uçları sisteminden topraklama sistemine geçirmesi amaçlanan bölümünü,

34 - Toprak bağlantı sistemi: Dış YKS'nin, yıldırım akımını toprağa topraklayıcı ile ileten ve dağıtan bölümünü,

35 - İç YKS: Korunacak hacim içinde yıldırım akımının elektrik ve manyetik etkilerini azaltan bütün tamamlayıcı tertibatı,

Şema çizimi ile ilgili kısımlar:

5) Koruma sistemleri;

i) Topraklama tesisi;

i.1) Toprak öz direnci (projeye başlamadan önce belirlenmelidir.),

i.2) Temel topraklaması planları,

8. KOMPANZASYON

8.1 Teknik Olarak

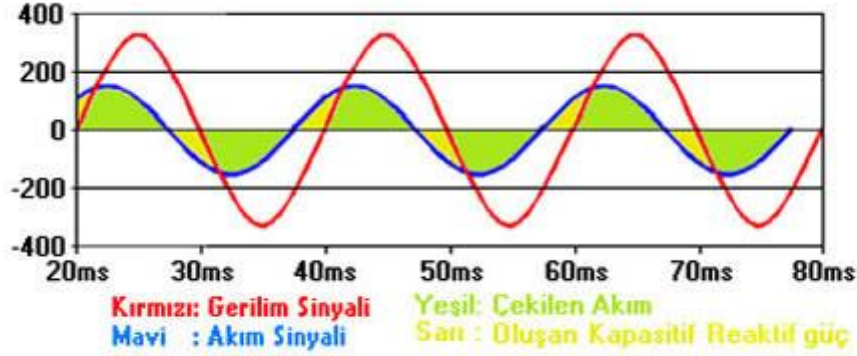
Voltaj ile akım arasında, idealde faz farkı olmaz. Endüktif ya da Kapasitif yüklerin oluşturduğu etki neticesinde, akım sinyalinin, voltaj sinyaline göre maximum ± 90 derecelik fazı kayar. Endüktif ve Kapasitif etki neticesinde oluşan voltaj ve akım sinyali arasındaki faz kaymasını düzelterek, ideale yakın (0 derecede) sabit tutmaya yarayan işleme **KOMPANZASYON** denir.

8.2 Pratik Olarak

Elektrik sisteminde, elektrik motoru, bobin vb, mıknatıslanma etkisi ile elektrik enerjisini yine elektrik enerjisine ya da farklı bir enerjiye çeviren cihazların, bu mıknatıslanma etkisi ile Şekill de görülebileceği gibi faz akımını geri kaydırmasından (indüktif güç oluşturmamasından) dolayı, şebeke üzerinde yaratmış oldukları indüktif reaktif

gücü dengeleme ve fazın akımını olması gereken konuma geri çekme işlemine KOMPANZASYON denir. Kompanzasyonu sağlanmış olan bir sistemin akım gerilim grafiği de Şekil2'deki gibidir.

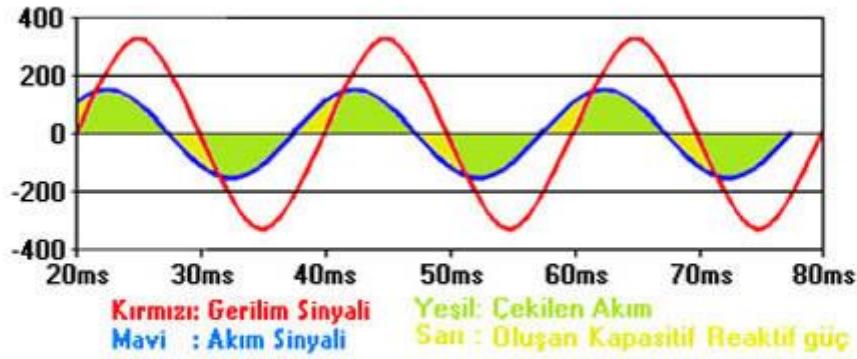
8.3 Endüktif Reaktif



Şekil.2 : Kompanzasyonu sağlanamamış (Kapasitif) bir sistemin Örnek akım ve gerilim grafiği

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi kırmızı işaretli olan mavi renkli akım sinyalinin gerisinde kalmıştır. Buda burada endüktif reaktif güç oluşmasına neden olmaktadır. Dikkat edilirse Yeşil olan kısımlar kullanılan akım yoğunluğudur, yani akımın tamamını kullanamamaktayız. Akımın kullanılmayan kısmı sarı alan kısımlardır. Buda endüktif reaktif güçtür. Sistem içerisinde hiç bir işe yaramamakta ve şebekeden daha fazla akım çekilmesine neden olmaktadır. Endüktif reaktif güç şimdiki uygulamaya göre Sözleşme gücü 50 KVA'nın altında kalan işletmelerde Aktif gücün %33'ünü geçiyorsa geçtiği oran kadar Elektrik İdaresi tarafından Endüktif Reaktif aşım ücreti alınır. Sözleşme gücü 50 KVA'nın üstünde olan işletmelerde ise bu oran %20'dir. Kompanzasyonun önemi sadece Reaktif bedel aşımını ödememek değil aynı zamanda kullandığımız enerjinin daha kaliteli kullanılmasını sağlamaktır. Şöyle bir örnek verirsek 2Kw'lık bir güçle çalışan bir motorumuz, eğer sistemde %50'lik bir endüktif reaktif güç yaratıyorsa Bu motorun çalışabilmesi için şebekeden 4Kw'lık bir güç çekmesi lazımdır. Çünkü 2Kw'la motor çalışacak 2Kw ise endüktif Reaktif olarak geri donerek ana Trafo'yu zorlayacaktır.

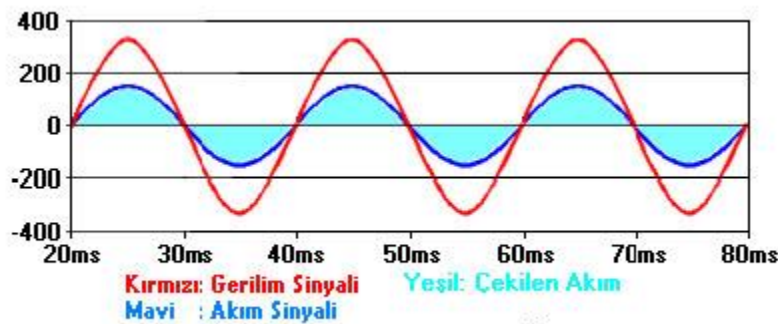
8.4 Kapasitif Reaktif



Şekil.2 : Kompanzasyonu sağlanamamış (Kapasitif) bir sistemin Örnek akım ve gerilim grafiği

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi kırmızı işaretli olan faz sinyali mavi renkli akım sinyalinden ileridedir. Buda burada kapasitif reaktif güç oluşmasına neden olmaktadır. Dikkat edilirse Yeşil olan kısımlar kullanılan akım yoğunluğudur, yani akımın tamamını kullanamamaktayız. Akımın kullanılmayan kısmı sarı olan kısımlardır Buda kapasitif reaktif güçtür. Sistem içerisinde hiç bir işe yaramamakta ve şebekeden daha fazla akım çekilmesine neden olmaktadır. Kapasitif reaktif güç şimdiki uygulamaya göre Sözleşme gücü 50 KVA'nin altında kalan işletmelerde Aktif gücün %20'sini geçiyorsa geçtiği oran kadar Elektrik İdaresi tarafından Kapasitif Reaktif aşım ücreti alınır. Sözleşme gücü 50 KVA'nin üstünde olan işletmelerde ise bu oran %15'dir. Kompanzasyonun önemi sadece Reaktif bedel aşımını ödememek değil aynı zamanda kullandığımız enerjinin daha kaliteli kullanılmasını sağlamaktır. Şöyle bir örnek verirsek 2Kw'lık bir güçle çalışan bir motorumuz, eğer sistemde %50'lik bir kapasitif reaktif güç yaratıyorsa Bu motorun çalışabilmesi için şebekeden 4Kw'lık bir güç çekmesi لازمdır. Çünkü 2Kw'la motor çalışacak 2Kw ise kapasitif Reaktif olarak geri donerek ana Trafo'yu zorlayacaktır.

8.5 Kompanzasyon sağlanmış (Omik)



Şekil.3 : Kompanzasyonu sağlanmış bir sistemin Örnek akım ve gerilim grafiği

Yukarıdaki şekilde görüldüğü gibi kırmızı işaretli olan faz sinyali mavi renkli akım sinyali ile aynı periyottan geçmektedir. Dikkat edilirse yeşil bölge yani akım tam olarak kullanılmakta, kullanılamayan hiç bir bölge bulunmamaktadır. Bu tüm sistemlerde olması istenen bir durumdur. İyi bir kompanzasyon devresi yapılırsa ve 3 faz da bu şekilde ayarlanırsa ne reaktif indüktif ne de reaktif kapasitif bölge oluşur.

8.6 Kompanzasyon neden gereklidir?

Elektrik enerjisinin, santralden en küçük alıcıya kadar dağıtımında en az kayıpla taşınması gerekmektedir. Günümüzde, teknolojinin gelişmesi ile her evde bulunan buzdolabı, çamaşır makinası, klima, vs. gibi ısıtma, havalandırma ve soğutma cihazları, elektrik enerjisine ihtiyacın her geçen gün biraz daha artmasına, enerji üretiminin gittikçe pahalılaşmasına neden olmakta, dolaylı olarak ta bu durum şebekede taşınan elektrik enerjisinin de kaliteli, ucuz ve hakiki iş gören aktif enerji olmasını daha zorunlu kılmaktadır.

Kompanzasyonun tanımında bahsedildiği gibi, şebekeye bağlı bir alıcı, eğer bir motor, bir transformatör, bir floresant lamba ise, bunlar manyetik alanlarının temini için bağlı oldukları şebekeden endüktif reaktif güç çekerler. İş yapmayan ve sadece motorda manyetik alan doğurmaya yarayan endüktif reaktif güç, iletim hatlarında, trafolarda, tablo, şalterler ve kablolarda lüzumsuz yere kayıplara sebebiyet vermektedir.

Bu kayıplar yok edilebildiği zaman, şüphesiz trafolar daha fazla motoru besleyebilecek bir kapasiteye sahip olacak, keza disjonktörler (disjonktör=Yüksek gerilimli enerji nakil hatlarına ve fabrikaların ana girişlerine konur. Disjonktörler akım taşıyan hatlarda açma kapama yapmaya yarar. Bu elemanlar yüksek gerilimli şebekelerin açma kapama şalteri olarak da tanımlanmaktadır.) lüzumsuz yere büyük seçilmeyecek, kullanılan kablolar ise daha küçük kesitte seçilebilecektir.

Daha az yatırımla motora enerji verme yanında, uygulanan tarifeler yönünden, her ay daha az elektrik enerjisi ödemesi yapılacaktır. Görüldüğü gibi, daha ilk bakışta reaktif gücün santralden alıcıya kadar taşınması, büyük ekonomik kayıp görünmektedir. Genellikle enerji dağıtım şebekelerinde lüzumsuz yere taşınan bu enerji, taşınan aktif enerjinin % 75 ile %100'ü arasında olduğu tespit edilmiştir.

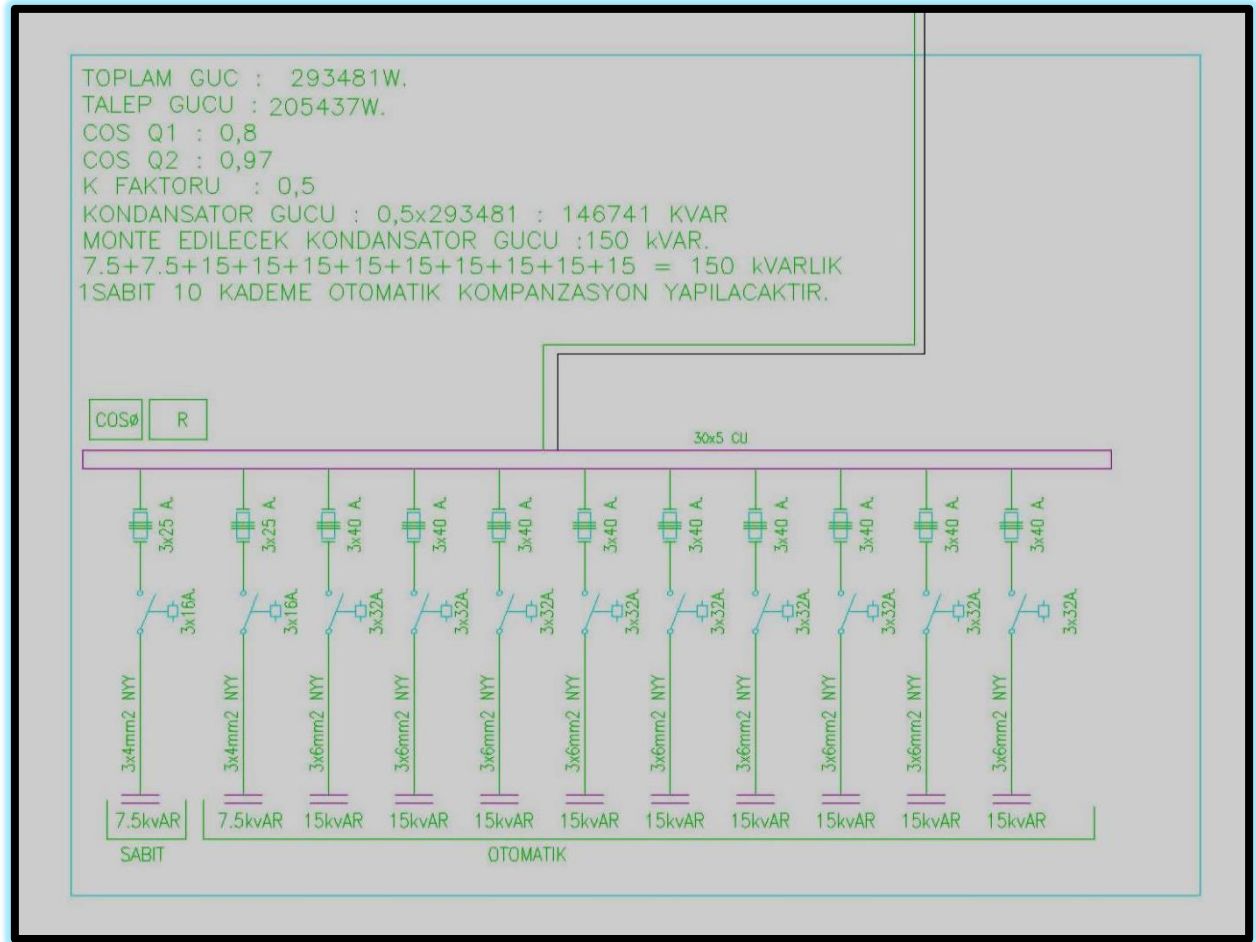
Sonuç olarak, bu reaktif enerjinin santral yerine, motora en yakın bir bölgeden gerek kondansatör tesisleri (statik faz kaydırıcı), gerekse senkron döner motorlar (dinamik faz kaydırıcı) tarafından temin edilmesiyle, santralden motora kadar mevcut bütün tesisler bu reaktif gücün taşınması yükünden arınmış olacaktır.

8.7 Kompanzasyon Yapılmaz İse Ne Olur?

Reaktif güçler şebekede güç kayıplarına neden olur, kompanze edilmez ise, üretim ve dağıtım sisteminin kapasitesini azaltır, Gerilim düşmesinin, taşınan gücü sınırladığı dağıtım hatlarında, enerji taşıma kapasitesinin düşmesine neden olur. Bu nedenle, aşırı yüklenmeler ve gerilim düşmelerinin önlenmesi için, kompanzasyon neden gereklidir? sayfamızda anlatıldığı gibi, şebekeden en verimli şekilde faydalanılabilmesi için, reaktif yüklerin oluştukları noktada kompanze edilmesi ve giderilmesi zorunludur. Bu neden ile, kompanzasyon panosu kurmak ile yükümlü aboneler, Enerji Piyasası Düzenleme Kurumu kararı ile belirtilmiş sınırlar içerisinde kompanze edilmiş şekilde elektrik tüketmek zorundadırlar. Aksi durumda aboneler, ceza ödemek ile yükümlüdür.

8.8 Kompanzasyon Hesabı

Aşağıda autocadden alınmış kompanzasyon hesabı ve şeması görülmektedir:



Şekil 6.1: Kompanzasyon Hesabı

9. PROJE SEMBOL TABLOSU

Projede kullanılan tüm elektrik elemanlarının içinde şekilleri ve açıklamalarının bulunduğu tablodur.

Çizelge 1.5: Sembol Tablosu

PROJEDE KULLANILAN SEMBOLLER			
SEMBOL	ANLAMI	SEMBOL	ANLAMI
	Ana Dağıtım Panosu		Hayat Koruma Rölesi
	Tali Pano (Işık)		Yangın Koruma Rölesi
	Ana Kuvvet Panosu		Yangın Alarm Koması
	Sigortalı Kofre		Yangın Alarm Dedektörü
	Kolan Sigortası		Dağıtım Kutusu (Z Akım)
	Kaçak Akım Korumalı Termik Manyetik şalter (Yangın Kor.)		Telofon Santrali
	Topraklayıcı		Transformatör
	Merdiven Otomatiği		Yangın Alarm Cihazı
	Enerjinin Aşağıya Gidişi		Anten Prizi
	Enerjinin Yukarıya Gidişi		Telofon Prizi
	Enerjinin Aşağıdan Gelişi		Priz
	Enerjinin Yukarıdan Gelişi		Topraklı Priz
	Enerjinin Aşağıdan Gelip Yukarıya Gidişi		Adi Anahtar
	Enerjinin Yukarıdan Gelip Aşağıya Gidişi		Komitatör Anahtar
	Kuvvetli Akım iletkeni		Vaviyen Anahtar
	Yeraltı Kablosu		Etanj Topraklı Priz
	Topraklama iletkeni		Etanj Anahtar
	Zayıf Akım iletkeni		Etanj Komitatör
	Telofon iletkeni		Etanj Armatür
	Anten Hattı		J Tipi Armatür
	Yangın Alarm Hattı		Aplik
	Zil Butonu		Avize
	Kapı Zili		Flüoresan Armatür
	Kapı Kilidi		Direk Tipi Armatür
	Sayaç (Monofaze)		Light Buton

10. PROJE KAPAĞI

Projenin en başında projeyi oluşturan mühendis ya da mühendislik firmasının proje ile ilgili bilgileri içerisinde bulunduran bir kapak bulunmalıdır. Bu kapakta proje sorumlularının ve projenin uygulandığı yapının bilgileri yer almaktadır. Projenin onaylandığına dair Elektrik Mühendisleri Odası, uygulama sorumluları, elektrik dağıtım şirketi, yapı denetim şirketi tarafından isim ve onaylamaların yapıldığı bilgisi gösterilmektedir. Proje kapağının görsel şekli aşağıda gösterilmektedir.

PROJE FIRMASININ ADI								
PROJE SORUMLUSU	Adı Soyadı	Oda No	SMM.no	BT no	Vergi D.	Vergi Sicil no	Sorumluluk İmzası	
TÜS Teknik uygulama sorumlusu								
ELEKTRİK TESİSATI UYGULAMA PROJESİ								
EMO					ONAY YAPACAK KURUM			
PROJEYİ YAPTIRANIN	Adı Soyadı							
	Adresi							
	Vergi Dairesi ve no							
Arsanın Özellikleri								
YAPI SAHİBİNİN	Adı Soyadı							
	Adresi							
	Vergi Dairesi ve no							
İL	İlçe/Belediye	Adresi			Pafta no	Ada no	Parsel no	
Yapının Özellikleri								
Yapının Sınıfı	Yapım süresi Ay	Toplam kat sayısı	Bağımsız bölüm sayısı	Toplam alan m2	Yapının kullanma amacı	Eski toplam güç W	Yeni eklenen güç W	Toplam kurulu güç W
Çizen	Çizim tarihi	Ölçek	Proje no	İşçilik faktörü %	Eşzamanlı güç W	E		

Şekil 7.1: Proje Kapağı

SONUÇ

Tezimin sonucunda projemiz olan hastane bodrum kat, 1. Kat, 2. kat oluşmakta olan toplamda 293.481KW kurulu gücü ve 1000m² alanı bulunan elektrik projesinin tasarlanması ve gerekli kurumlarca onaylanması için gerekli olan ve projede bulunması gereken tüm hesapların, detayların ve tasarımların yapılması becerisinin kazandım.

KAYNAKÇA

- [1] **Demirdeş, H.** (1993). Uygun aydınlatma bileşenleri. *Kaynak Elektrik Dergisi*, 6, 67- 68.
- [2] **Erkin, E., Manav, B., Kutlu, R. ve Küçükdoğu, M.Ş.** (2009). Avrupa birliğine uyum sürecinde ülkemizde iç aydınlatma konusu ile ilgili yasal mevzuatın değerlendirilmesi, *EMO V. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, 7-10 Mayıs.
- [3] **Gençoğlu, M.T.** (2005). İç aydınlatmada enerji tasarrufu, *EMO III. Ulusal Aydınlatma Sempozyumu*, İzmir, Türkiye, 23-25 Kasım.
- [4] **Güney, İ., Kocabey, S. ve Oğuz, Y.** (2002). Aydınlatmanın öğrenme sürecindeki katkısının incelenmesi, *IV. Ulusal Aydınlatma Kongresi*, 5 Ekim.
- [5] **Sirel, S.** (1 Ocak 2012). Aydınlatma sözlüğü. 26 Mart 2014, url: www.yfu.com/AydSozluk.html.
- [6] **Sirel, S.** (25 Eylül 1992). Aydınlığın niteliği. 12 Nisan 2014, url: <http://www.yfu.com/booklet-4.html>.
- [7] **Şenyurt, Ö.** (2011). Bilgisayar destekli proje II ders notları, Ordu Üniversitesi, Elektrik ve enerji bölümü elektrik programı, (Sf. 3).
- [8] <http://www.projecim.com/>
- [9] <http://serhatelektrik.com/tr/kompanzasyon/id/9>

