



Ankara Üniversitesi
ZİRAAT FAKÜLTESİ

Yayın No : 1417
Uygulama Klavuzu : 240

TARIMSAL ELEKTRİFİKASYON UYGULAMA ÖRNEKLERİ

V. BASKI

Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Ankara - 1995

Ankara Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1417
Uygulama Klavuzu: 240

TARIMSAL ELEKTRİFİKASYON UYGULAMA ÖRNEKLERİ

V. BASKI

Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tanım Makinaları Bölümü

ANKARA
1995

*Fedakâr Eşim
Gülgün'e*

1. Baskı : 1970
2. Baskı : 1976
3. Baskı : 1983
4. Baskı : 1990
5. Baskı : 1995

ISBN 975-482-265-4

A.Ü.Ziraat Fakültesi Halkın İlişkiler ve Yayımları Ünitesi 1995-ANKARA

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	5
1. TARIMSAL ELEKTRİKLESMENİN TEKNİK İŞLETMECİLİĞİNE İLİŞKİN GENEL KAVRAMLAR	7
1.1. Genel (Sspefik) Elektrik Enerjisi Tüketimi	7
1.2. Oağlı (Spefik) Korudo Güc	8
1.3. Yılık Yararlanma Süresi	8
1.4. Yılık Kullanma Süresi	9
1.5. Yılık Viyakme Katsayı	9
1.6. Uz Zamanlılık Katsayısi (Şenkonum Faktörü)	10
1.7. (1.) Büyüme İhkiin Alırmalar	12
2. TARIM İŞLETMELERİ İÇİN EN UYGUN TRANSFORMATÖR GÜCÜNÜN SEÇİMİ ÜZERİNDE UYGULAMALAR	14
2.1. En Uygun Transformatör Gücünün Seçimi	14
2.2. (2.) Büyüme İhkiin Alırmam	15
3. TARIM İŞLETMELERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESİSLERİ İÇİN EN UYGUN İLETLEN KESİT ALANININ BULUNMASI ÜZERİNDE UYGULAMALAR	16
3.1. En Uygun Dizkesi Kesiş Alanının Bulunması	16
3.2. (3.) Büyüme İhkiin Alırmam	18
4. ELEKTRİĞİN TAHİMDAKİ KULLANILMA ALANLARI ÜZERİNDE UYGULAMALAR	19
4.1. Elektriksel Aydınlatma Tekniğinin Tahmideki Uygulama Alanları	19
4.1.1. İçel Aydınlatma	19
4.1.2. Depon Aydınlatma	22
4.2. Elektriksel Havalandırma Tekniğinin Tahmideki Uygulama Alanları	24
4.3. Elektriksel Sogutma Tekniğinin Tahmideki Uygulama Alanları	28
4.4. Elektriksel Isıtma Tekniğinin Tahmideki Uygulama Alanları	31
4.4.1. Yastıklarla ve Serbestde Yapılan Tapuk (Isıtma Tesisleri)	31
4.4.2. Kapalı Havaodaların Isıtmasa İçin Gerekken İst Enerjisi Ve Elektrik Enerjisi	35
4.4.3. İc İdaresında Vv Taramda Kullanılan Elektriksel Isıtma Güçleri	36

	Sayfa
4.4.4. Kondüktöri İgn (Enfürüj Radyasyon) Döşenlesi	33
4.5. Elektrik Motorlarının Tazminatı Uygulama Alanları	39
4.5.1. Termik Es Öz Kullanılan Alternatif Akım Motorları	39
4.5.2. Pompaj Tesislerinin Elektrik Motorları	45
4.5.3. Elektrik Motorlarında Kır Güçün Kompenzas Edilmesi	47
4.6. Pillar, Aküomüfatsızlar ve Elektrikli Çit Tesisleri	49
4.7. (4.) Bahime İğlikin Alıştırmasalar	52
5. TARIM İŞLETMELERİNDE YAPILAN ELEKTRİKSEL EMNİYET DÜZENLİĞİ	56
5.1. Dilşik Gerilim Kullanmak	56
5.2. Sigortalamak	59
5.3. Tapraklamak ve Sıfırlamak	60
5.4. (5.) Bahime İğlikin Alıştırmasalar	65
6. ELEKTRİK TESİSAT HESİMLERİ	66
6.1. Elektrik Tesisat Resimlerine İğlikin Örnekler	66
6.2. (6.) Bahime İğlikin Alıştırmasalar	68
7. KAYNAKLAR	74

Ö N S Ö Z

Tarımsal kalkınmanın en önemli ögelerinden biri, hiç kuşkusuz elektrik enerjisidir. Bu enerji, tarımsal verimin artırılmasını, tarının modernize olmasını sağlamakla kalmamakta, aynı zamanda tarımsal nüfusun sosyo-ekonomik yönden gelişmesinin gerçekleştirilebilmesinde temel unsur olmaktadır.

Elektrik enerjisinin tarım kesimindeki uygulamaları her geçen gün artmaktadır. Yakın bir gelecekte, bilimsel bulguların işiği altında, bu alandaki tüm uygulamaların ülkemizde de yapılması beklenmektedir.

Bu kitap, ilerde tarımsal elektrikleşme uygulamalarında Ziraat Mühendisi ya da Yüksek Mühendisi olarak görev alacak Ziraat Fakültesi öğrencilerine, önemli uygulamaları ilişkin bilgi vermek amacıyla hazırlanmıştır. Uygulama örnekleri için gerekli olan sayısal değer ve resimlerden, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinin 1342 yayın no'lu "Tarımsal Elektrifikasiyon" adlı ders kitabından alınanlar, ayrıca bu kitaba alınmamış; yeri geldikçe ders kitabının ilgili böümlerine işaret edinilmekle yetinilmiştir.

İlk baskısı 1970 yılında, ikinci baskısı 1976'da, üçüncü baskısı 1983'de ve dördüncü baskısı da 1990 yılında gerçekleşmiş olan kitabın, bu kez beşinci baskısının yapılması sağlanmış bulunmaktadır. Kitabın basılmasında emeği geçenlere içtenlikle teşekkür eder, eserin, tüm öğrencilere ve okurlara yararlı olmasını ve Türk tarımına katkıda bulunmasını dilerim.

Ankara, 1995

Prof.Dr.Güngör YAVUZCAN

1. TARIMSAL ELEKTRİKLEŞMENİN TEKNİK İŞLETMECİLİĞİ- NE İLİŞKİN GENEL KAVRAMLAR

1.1. Ösgül (Spesifik) Elektrik Enerjisi Tüketimi

$S_e = \frac{A_m}{V_m}$	S_e : Bir ülkenin ortalama elektrik enerjisi tüketim değeri (kWh/ha.yıl) A_m : Ülke tarımında bir yılda kullanılan elektrik enerjisi (kWh/yıl) V_m : Ülke içinde, tarımında kullanılan toplam alanı (Nadasa berashalan dahil) (ha) ¹⁾
$S_t = \frac{A_t}{V_t}$	S_t : Bir tarım işletmesinin ortalama elektrik enerjisi tüketim değeri (kWh/ha.yıl) A_t : Tarım işletmesinde bir yılda kullanılan elektrik enerjisi (kWh/yıl) V_t : İşletmede, tarımında kullanılan toplam alanı (Nadasa berashalan dahil) (ha) ¹⁾

¹⁾ Tarımında kullanılan alanın dışından; orman, mevkî ve mesken alanları dışında kalan ve tarımında kullanılmayan tüm alanları anlılmaktadır.

Örnek 1.1.1. Tarımında kullanılan alanı 400 ha olan bir tarım işletmesinde bir yılda kullanılan elektrik enerjisi 50 000 kWh olarak saptandığına göre, bu tarım işletmesinin o yıla ilişkin ösgül elektrik enerjisi tüketim değerini bulunuz.

Cözüm :

$S_e = \frac{A_t}{V_t}$ eşitliğinden yararlanarak, işletmenin ösgül elektrik enerjisi tüketim değeri bulunabilir:

$$S_e = \frac{50\ 000}{400} = 125 \text{ kWh/ha.yıl}$$

Sonuç : $S_e = 125 \text{ kWh/ha.yıl}$

1.2. Özgül (Spesifik) Kurulu Güç

$S_g = \frac{\sum N_t}{F}$	S_g	Bir tarım işletmesinin özgül kurulu gücü (kW/ha)
	$\sum N_t$	Tarım işletmesinde bulunan tüm elektriksel tüketicilerin toplam kurulu gücü (kW)
	F	İşletmede, tarımda kullanılan toplam arazi (ha)

Örnek 1.2.1. Bir tarım işletmesinde bulunan tüm elektriksel tüketicilerin (örneğin; elektrik motorlarının, elektriksel aydınlatma kaynaklarının, ısıtma cihaz ve tesislerinin, elektrik enerjisiyle çalışan öteki tarım makinesi, cihazı ve tesislerinin) nominal güçlerinin toplamı 55 kW'dır. İşletmede tarımda kullanılan toplam arazi 25 ha olarak bilindiğine göre, işletmenin özgül kurulu gücünü bulunuz.

Cözüm:

$S_g = \frac{\sum N_t}{F}$ eşitliğinden yararlanılarak, işletmenin özgül kurulu gücü bulunabilir:

$$S_g = \frac{55}{25} = 2,2 \text{ kW/ha}$$

Sonuç: $S_g = 2,2 \text{ kW/ha}$

1.3. Yıllık Yararlanma Süresi

$T_A = \frac{A}{\sum N_t}$	T_A	Bir tarım işletmesine ilişkin yıllık yararlanma süresi (h)
	A	Tarım işletmesine ilişkin yıllık toplam elektriksel iş (kWh)
	$\sum N_t$	Tarım işletmesinde bulunan tüm elektriksel tüketicilerin toplam kurulu gücü (kW)

Örnek 1.3.1. Elektriksel tüketicilerinin kurulu gücü toplam 50 kW olan bir tarım işletmesinde yıllık toplam elektriksel iş, elektrik sayacından, 16 250 kWh olarak okunmuştur. Yıllık yararlanma süresini bulunuz.

Cözüm:

$T_A = \frac{A}{\sum N_t}$ eşitliği kullanılarak, yıllık yararlanma süresi bulunabilir:

$$T_A = \frac{16\ 250}{50} = 325 \text{ h (saat)}$$

Sonuç: $T_A = 325 \text{ h}$

1.4. Yıllık Kullanma Süresi

$$h_y = \frac{A}{N_{max}}$$

h_y : Yıllık kullanma süresi (h)

A : Yöresel elektrik santralinden her yıl üretilen elektrik enerjisi (kWh)

N_{max} : Elektrik santralinin puanlı gücü (kW)

Örnek: 1.4.1. Yöresel elektrik santrale sahip olan bir tarım işletmesinde bir yılda üretilen gerçek elektrik enerjisi 72 000 kWh ve puanlı güç de 60 kW olarak bilindiğine göre, yıllık kullanma süresini bulunuz.

Cözüm:

$$h_y = \frac{A}{N_{max}}$$
 eşitliği kullanılarak, yıllık kullanma süresi bulunabilir:

$$h_y = \frac{72\ 000}{60} = 1\ 200 \text{ h}$$

Sonuç: $h_y = 1\ 200 \text{ h}$

1.5. Yıllık Yükleme Katsayıları

$$m_y = \frac{A}{8760 N_{max}}$$

m_y : Yıllık yükleme katsayısı

A : Yöresel elektrik santralinden bir yılda üretilen elektrik enerjisi (kWh)

$$m_y = \frac{h_y}{8760}$$

N_{max} : Elektrik santralinin puanlı gücü (kW)

h_y : Yıllık kullanma süresi (h)

Örnek 1.5.1. Yöresel santrale sahip olan bir köyde bir yılda üretilen gerçek elektrik enerjisi 82 008 kWh ve puanlı güç de 72 kW olarak bilindiğine göre, o yıla ilişkin yıllık yükleme katsayıını bulunuz.

Cözüm:

$$m_Y = \frac{\Lambda}{B \cdot 760 \cdot N_{\max}} \text{ eşitliği kullanılarak, yıllık yüklemeye katsayıyı bulunabilir:}$$

$$m_Y = \frac{82.008}{B \cdot 760 \cdot 72} \approx 0,13$$

Sonuç: $m_Y \approx 0,13$

1.6. Eş Zamanlılık Katsayıısı (Senkranizm Faktörü)

$g_t = \frac{N_{\max}}{\sum N_t}$	g_t	Eş zamanlılık katsayıısı (sınkronizm faktörü).
N_{\max}		Yıl içinde maksimum güçün çekildiği anda şebekeden akım çeken elektriksel tüketicilerin güçleriin toplamı (kW).
$\sum N_t$		Tamam işletmesinde çalıştırılan tüm elektriksel tüketicilerin kuruşlu güçlerinin toplamı (kW).

Örnek 1.6.1. Bir tarım işletmesinde çalıştırılan tüm elektriksel tüketicilere ilişkin kurulu güç değerleri ile yıl içinde maksimum gücüne eşitliği anda şebekeden akım çeken elektriksel tüketicilerin güçleri ile ilişkin değerler, 1.6.1. ve 1.6.2. no. lu cetvellerde verilmiştir. Bu bilinenlere göre, o andaki eş zamanlılık katsayıısını bulunuz.

Cözüm:

Bu bilinenlere göre, $g_t = \frac{N_{\max}}{\sum N_t}$ eşitliği kullanılarak, eş zamanlılık katsayıyası bulunabilir:

$$g_t = \frac{23,05}{60,47} = 0,38 = \% 38$$

GİTVEL 2.6.1
Elektrikli Tıketimlere İlgkin Kurulu Güç Değerleri

Adı	Güç (kW)	Açıklama
<i>Avin ve ahar işletmelerinde kullanılan miktarlar:</i>		
Bölgelme (yükleme) işyerleri	3,5 (0,3)	Pasienter içimdeki degne, yok lise etkili yüklemektedeki maliyetin de- geridir.
Ot havalandırma dairesi	2,4	
Havah dene taşıyıcı	4,4	
Havaalanı tahlil kurut- me dairesi	1,6...6,1	Hava temizleme yidişine göre
Süt soğutma makinesi	0,4	Normal veya kuvvetli soymaya göre
Sıcak su hazırlayıcı	0,4 veya 4,0	Normal veya kuvvetli soymaya göre
Pişirme atma dairesi	0,4...1,2	İticiliğe bağlı olarak göre
Değirmen	1,0	
Efektoraj radyasyon kaynakları	0,15...0,75	Çalışıştan yarıncların sayısına göre
Su okuryunda kullanılan elek- trikli pompalar dairesi	0,4	
Aydızlatma	1,9	Normal hizullarla maliyetin ol- arak, gazzisinden biraz daha fazla ayrıca zamunda şubekeye bağılmak- tedir.
Toplum	38,15	Avin ve ahar firm türündə
<i>Evi idarəesinde kullanılan miktarlar:</i>		
Elektrikli (Elektrik ocağı)	6,0	
Kaynatma kazası	2,0	
Bulaşık yıkama makinesi	7,0	
Sıcak su hazırlayıcı	1,0 veya 6,0	Normal veya kuvvetli soymaya göre
Dereç soğutma gözlük	0,3	
Buz dolabı	0,15	
Çamaşır makinesi	3,5	
Kurutma suniyejör	0,24	
Üst makinesi	2,15	
Aydızlatma	2,15	Normal hizullarla maliyetin ol- arak, yarıncların hizası, fazlası sayı zamanda şubekeye bağılmak- tedir.
Mutfak makinesi	0,4	
Radyo	0,1	
Tselevizyon	0,25	
Elektrik işyerleri	0,29	
Öteki cihazlar	1,0	Jetmə yaşığı və
Toplum	32,35	Evi idarəesində
Genel toplum (ΣN_f)	60,47	Tamı təqdiməsinin təməndə

CETVEL 1.6.2.

Yıl İçi Maksimum Güçün Çekilişti Zamanı Olan Ağustos Ayının 15'inde Saat 18' de Şehirdeki Akım Çekici Elektriğin Tüketicilerin Ücretleri Güçler:

Adı	Çektiği güç (kW)	Açıklama
Borçluma (yüklem) düşmesi	5,0	Otom. ikinci iççiminin son üretimi
Di. kapatma puanı	2,1	
Havalandırılmış tabii gazın düşmesi	4,6	İkinci yeteneğin kullanımına çalıyor
Pirol. suya düşmesi	0,1	Su kaynatma ve akışın yemeli hizasına
Elektroşanti (Elektrik sağlığı)	3,0	Su kaynatma ve akışın yemeli hizasına
Kıymatına kazansı	1,0	Su kaynatma
Suivi su hizmeti	0,0	Kısmetli tutma (Çalıştı depo kül- hanelerden boşaltılmış)
Darin. eğitme gidi.	0,3	
Baz. shubası	0,15	
Mutfak. makineleri	0,2	
Öteki. sitelerde	0,3	
Toplam (N_{max})	23,85	

Sonuç: $g_e = 0,38$

1.7 (1.) Bölüm: Hissin Ağırlıkları

1.7.1. Aşağıdaki cetvelde boş bırakılan yerleri doldurunuz:

Tarım işletmesinin adı	Tarında kullanılan toplam arazi (ha)	Bir yılda kullanılan elektrik enerjisi (kWh/yıl)	Örgü elektrik enerji tüketicisi (kWh/ha.yıl)
A	160	32 000	
B	600		150
C	1000	115 000	
D	2000		75

1.7.2. Aşağıdaki cetvelde boş bırakılan yerleri doldurunuz. Hesaplanması istenen örgü kurulu gücü değerlerinden ve tarında kullanılan toplam arazi değerlerinden yararlanarak, kurulu güçün arazi büyüklüğüne bağlılığını gösteren çizgi grafiklerini, % 100 ve % 80 mekanizasyon dereceleri için çiziniz.

Tarım işletmesinin adı	Tarımda kullanılan toplam arazi (ha)	İşletmelerin bulunduğu ilde kopulların gireceğel tarım kesiminin mevkisiziyeti: % 100		İşletmelerin bulunduğu ilde kopulların gireceğel tarım kesiminin mevkisiziyeti: % 90	
		Elektriksel tüketicilerin toplam kurulu gücü (kW)	Örgüt karulu gücü (kW/ha)	Elektriksel tüketicilerin toplam kurulu gücü (kW)	Örgüt karulu gücü (kW/ha)
A	160	190		160	
B	300	335		275	
C	1.600	560		450	
D	1.500	700		570	
E	2.000	760		640	
F	2.300	755		645	

1.7.3. Elektriksel tüketicilerinin kurulu gücü toplamı 42,5 kW olan bir tarım işletmesinde yıllık toplam elektriksel iş, elektrik sayaçından 12 690 kWh olarak okunmuştur. Yıllık yararlanma süresini bulunuz.

1.7.4. Yerleşel santrale sahip olan bir tarım işletmesinde bir yılda üretilen gerçek elektrik enerjisi 78 000 kWh ve puvant gücü de 45 kW olarak bildiğine göre,

- Yıllık kullanma süresini bulunuz.
- Yıllık yükleme katsayısını bulunuz.

1.7.5. Yerleşel santrale sahip olan bir köy grubunda, gece ve gündüz farklı tarifeler uygulanmadan önce, yıllık kullanma süresi 1050 saat olarak bulunmuştur. Ucuk gece akım tarifesi uygulanmaya başlandıktan sonra yıllık kullanma süresi 1400 saat eklenmiştir. Bu yükselişin nedenini sırasızınız.

1.7.6. Puvant gücü 48 kW ve eş zamanlılık katsayıısı 0,22 olan bir tarım işletmesi ile puvant gücü 37 kW ve eş zamanlılık katsayıısı 0,39 olan öteki tarım işletmesini birbirile karşılaştırarak, işletme ekonomisi yönünden uygun olamını bulunuz.

2. TARIM İŞLETMELERİ İÇİN EN UYGUN TRANSFORMATÖR GÜCÜNÜN SEÇİMİ ÜZERİNDE UYGULAMALAR

2.1. En Uygun Transformatör Gücünün Seçimi

$N_{TE} = \frac{N_t \cdot \beta_t \cdot r}{\cos \varphi}$	N_{TE}	Tarım işletmesinde kurulumas gereken transformatörün gücü (kVA)
N_t	: Tarım işletmesinde çalışan elektriksel tüketimdeki toplam kurulu güçü (kW)	
β_t	: Elektriksel katıya (sentivite) faktörü	
r	: Transformatörün varsa faktörü (genellikle $r = 1,5$ 'dir)	
$\cos \varphi$: Tarım işletmesinde çalıştırılan elektriksel tüketimlerin ortalama güç faktörü	

Köy ve çiftliklerde kullanılanların güç transformatörlerine ilişkin güç: 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125 kVA.

Örnek 2.1.1. Bir tarım işletmesinde güçlendirilecek elektriksel tüketicilerin kurulu güçleri toplamı, tarımsal yapı ve hizmet gerekçesiyle gelişimi göz önüne alınarak, 57 kW olarak septanılmıştır. Bu işletmeye benzeyen yapıda ve daha önce elektrik enerjisine kazınmış bulunan tarım işletmelerinde, eş zamanlılık kat sayısının değeri 0,4 olarak bulunmuştur. Kullanılacak elektriksel tüketicilerin elektriksel özelliklerini göz önünde tutularak, ortalamalı güç faktörünün 0,75 olarağı sahiptir. Hilibenlere göre, bu tarım işletmesine uygun olan transformatörün gücünü bulunuz.

Cözüm:

$$N_{TE} = \frac{N_t \cdot \beta_t \cdot r}{\cos \varphi} \quad \text{eşitliği kullanılarak, transformatörün gücü bulunabilir:}$$

$$N_{T_2} = \frac{37 + 0,4 + 1,5}{0,75} = 45,6 \text{ kVA}$$

Bulunan gürün, şeheke kayiplarının karşılanması için, şeheke kayipları oranında artırılması gereklidir ki, bu miktar % 5-10 arasında değişmektedir. Bu oran % 10 olarak alıp sonuca varashılımız:

$$\text{Sonuç: } N_{T_2} = 45,6 + 4,56 \approx 50 \text{ kVA}$$

2.2. (2.) Bölüm: İlişkin Alıştırma

2.2.1. Tarımsal elektrifikasiyona ilişkin ön etütlere yapılmadan bir tarım işletmesine trafo istasyonu kurulmuştur. 75 kVA'lık transformatöre sahip bu tarım işletmesinde bulunan tüm elektriksel tüketicilerin toplam kurulu güç 48 kW ve bir yıl içinde maksimum güçün çekildiği anda şebekeden akın çeken elektriksel tüketicilerin çektileri toplam güç de 17 kW olarak saptanmıştır. Ortalaması güç faktörü, 0,71 olarak bulunmuştur. Bu bilinenlere göre değerlerin saptandığı yıl, işletmede bulunan transformator yerine ne güçteki bir transformator işletmenin gereksinimini karşılayabilecektir?

3. TARIM İŞLETMELERİNDE YAPILAN ELEKTRİK TESİSLERİ İÇİN EN UYGUN İLETKEN KESİT ALANININ BULUNMASI ÜZERİNDE UYGULAMALAR

3.1. En Uygun İletken Kesit Alanının Bulunması

220 V'luk iki iletken sisteminde en uygun iletken kesiti:	$I^+ = \frac{2(100, I, N)}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos \varphi}$	220 V'luk üç iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti:	$I^+ = \frac{N}{U \cdot \cos \varphi}$
3.220 V'luk üç iletken sisteminde en uygun iletken kesiti:	$I^+ = \frac{100, I, N}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos \varphi}$	3.220 V'luk üç iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti:	$I^+ = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
120/220 V'luk dört iletken sisteminde en uygun iletken kesiti:	$I^+ = \frac{100, I, N}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos \varphi}$	220/380 V'luk dört iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti:	$I^+ = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$
I^+ : İletkenin ısrarlı akım (A)	P : Kabul edilebilir kayıp yüzdesinde en uygun (İz Tesisat Yönetmeliğine göre, aydızlatma gurubunda max: 1,5, mısır gürültüsünde max: 3)	I^+ : 220 V'luk iki iletken sisteminde en uygun iletken kesit akımı (mm²)	
π : 3.141592653589793115459774829818	U : Gerilim (V)	I^+ : 3.220 V'luk üç iletken sisteminde en uygun iletken kesit akımı (mm²)	
$\cos \varphi$: Güç faktörü	N : Elektriksel güçten iltilasığı uzaklık (m)	I^+ : 220/380 V'luk dört iletken sisteminde en uygun iletken kesit akımı (mm²)	
I^+ : İletkenin ısrarlı akım (A)	\times : İletkenin ısrarlı akım (A) (Bakır iletken için $\pi = 3,8$, Alüminyum iletken için $\pi = 3,5$)	I^+ : İletkenin ısrarlı akım (A)	
I^- : 220 V'luk üç iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti (A)	P : Kabul edilebilir kayıp yüzdesinde en uygun (İz Tesisat Yönetmeliğine göre, aydızlatma gurubunda max: 1,5, mısır gürültüsünde max: 3)	I^- : 220/380 V'luk dört iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti (A)	
I^- : 3.220 V'luk üç iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti (A)	I^- : 220/380 V'luk dört iletken sisteminde iletkenden geçebilecek akım şiddeti (A)		

İletkenlere ilişkin kesit değerleri: 0,75; 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; ... mm²

Örnek 3.1.1. $\cos \varphi = 0,8$ olan 16,5 kWlik güç, bir tarım işletmesinde, born içine yerleştirilmiş bir bakır iletken yardımıyla 50 m uzaklığına iletilicektir. Kayıp oranının % 3'ün üstüne çıkılmaması gerekiğine göre;

- 220 V'luk iki iletken sisteminde,
- 3.220 V'luk üç iletken sisteminde,
- 220/380 V'luk dört iletken sisteminde, gerekli olan iletken kesitleri ile bu kesitlerden geçilecek akım siddetlerini bulunuz.
- Herbir sisteme iletken kesitlerinin toplam alanını bulunuz.

Cözüm:

- 220 V'luk iki iletken sisteminde en uygun iletken kesit alanı:

$$F^* = \frac{2 \cdot 100 \cdot I \cdot N}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} = \frac{2 \cdot 100 \cdot 50 \cdot 16 \cdot 500}{56 \cdot 3 \cdot 220^2 \cdot 0,8^2} = 31,7 \text{ mm}^2$$

31,7 mm² kesit $\xrightarrow{\text{(norm)}}$ 35 mm²

Hesapla bulunan F^* kesit alanından iletkeninden geçilecek akım siddeti:

$$I^* = \frac{N}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{16 \cdot 500}{220 \cdot 0,8} = 94 \text{ A}$$

- 3.220 V'luk üç iletken sisteminde en uygun iletken kesit alanı:

$$F'' = \frac{100 \cdot I \cdot N}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} = \frac{100 \cdot 50 \cdot 16 \cdot 500}{56 \cdot 3 \cdot 220^2 \cdot 0,8^2} = 15,8 \text{ mm}^2$$

15,8 mm² kesit $\xrightarrow{\text{(norm)}}$ 16 mm²

Hesapla bulunan F'' kesit alanından iletkeninden geçilecek akım siddeti:

$$I'' = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16 \cdot 500}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,8} = 54,2 \text{ A}$$

- 220/380 V'luk dört iletken sisteminde en uygun iletken kesit alanı:

$$F''' = \frac{100 \cdot I \cdot N}{\pi \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} = \frac{100 \cdot 50 \cdot 16 \cdot 500}{56 \cdot 3 \cdot 380^2 \cdot 0,8^2} = 5,30 \text{ mm}^2$$

$5,30 \text{ mm}^2$ kesit $\xrightarrow{\text{(norm)}} 6 \text{ mm}^2$
 Hesapla bulunan F''' kesit alanlı iletkenden geçebilecek akım
 şiddeti:

$$I''' = \frac{N}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{16 \cdot 500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8} = 31,4 \text{ A}$$

g) Herbir sistemdeki iletken kesitlerinin toplam alanı (norm kesitlere göre):

$$1. F' = 2,35 = 70 \text{ mm}^2$$

$$3. F'' = 3,16 = 48 \text{ mm}^2$$

$$4. F''' = 4,6 = 24 \text{ mm}^2$$

Su halde, 220 V'luk iki iletkenli şebekeye göre, aynı güç, aynı uzaklık ve aynı kayıp koşullarında:

$$3.220 \text{ V'luk üçgen şebeke: } \Delta F = \frac{70-48}{70} = \% 31,4$$

$$220/380 \text{ V'luk yıldız şebeke: } \Delta F = \frac{70-24}{70} = \% 65,7$$

lik bir iletken ekonomisi sağlamaktadır.

Sonuç: a) $F' = 31,7 \text{ mm}^2 \xrightarrow{\text{(norm)}} 35 \text{ mm}^2; I' = 94 \text{ A}$

b) $F'' = 15,8 \text{ mm}^2 \xrightarrow{\text{(norm)}} 16 \text{ mm}^2; I'' = 54,2 \text{ A}$

c) $F''' = 5,30 \text{ mm}^2 \xrightarrow{\text{(norm)}} 6 \text{ mm}^2; I''' = 31,4 \text{ A}$

d) $2.F' = 70 \text{ mm}^2$

$3.F'' = 48 \text{ mm}^2$

$4.F''' = 24 \text{ mm}^2$

3.2.(3.) Bütüne İlişkin Abystruma

3.2.1. 7,5 kW; 220/380 V; 28/16,2 A; $\cos \varphi = 0,83$ değerlerine sahip üç fazlı (trifaze) asenkron motora 30 m uzaklıktan boru içindeki bakır iletkenle besleme yapılmaktadır. Gerilim 380 V ve maksimum kayıp oranı $\%$ 3 olacağına göre,

- a) iletkenin kesiti;
- b) Tam yüklemeye sırasında motora gelen gerilimi bulunuz.
- c) Bakır yerine alüminyum iletken kullanılsaydı, iletken kesiti ne olacaktı?

4. ELEKTRİĞİN TARIMDAKİ KULLANILMA ALANLARI ÜZERİNDE UYGULAMALAR

4.1. Elektriksel Aydınlatma Tekniğinin Tarımdaki Uygulama Alanları

4.1.1. İçerik Aydınlatması

$\Phi = \frac{U_m F}{\pi V} \cdot 100$	Φ : Belirli bir alanın aydınlatılmasını için gerekli olan ışık alan (lm)
U_m : Aydınlatılmanın istenilen yur için gerekli olan ortalama ışınlaçlı şiddeti (lux)	
F : Aydınlatıldan alan (m^2)	
π : Genel aydınlatma ışığın aydınlatma standartının ızdırmasına karşılık gelen faktör (değer 0,6-0,8 arasındadır)	
$K = A + N_k t + P_c \cdot \frac{t}{T_c}$	<p>K : Aydınlatma dütümüne ilişkin yıllık raporlu maliyet (TL)</p> <p>A : İlk tesis giderinin yıllık değeri (TL) (Amortisman süresi: 10 yıl)</p> <p>N_k : İlk kaynakının elektriksel gücü (kW)</p> <p>k : Elektrik enerjisinin birim satış fiyatı (TL/kWh)</p> <p>t : İlk kaynakının yıllık kullanım süresi (h)</p> <p>P_c : İlk kaynakın Döviz (TL)</p> <p>T_c : İlk kaynakının raporlu süresi (h)</p>

Örnek 4.1.1.1. Eni 10 m, boyu 40 m ve yüksekliği 2,75 m olan, tavan beyaz, duvarları açık yeşil renkli bir kümeste, tavan ve duvarlar pürüzsüz olduğuna, sebekenin bir fazı ile nötür arasında 220 V'luk işletme gerilimi bulunduğu göre, işletme ekonomisi yönünden ışık kaynağı olarak fluorsen lambaların kullanılması gerektiğini göz önünde tutarsak, bu kümese için elektriksel aydınlatma hesabını yapınız.

Gözüm:

Tavam pürüzsüz ve açık renkli, duvarları da pürüzsüz ve orta açık renkli olan bu kumes için, esas itibariyle direk (çoğunlukla direk) ışık veren aydınlatma yünteminin seçilmesi uygun olur.

Normal uygın genel bir aydınlatma yapabilmek için ortalama aydınlatma şiddeti olarak 15 lux alımlıdır. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 79, cetvel 6.7).

Yapı özelliği ve kullanma amacı göz önünde tutularak, kumes içinde iki sıralı aydınlatma yapılması gereği saptanır.

Ölçü düzleminin yerden yüksekliği ve ışık kaynaklarının tavandan ölçülen sarkma paisi göz önünde tutularak, ışık kaynaklarının ölçüt düzleme üzerindeki asılma yüksekliği olarak, $b = 2,5$ m alınabilir.

İki sıralı olarak yapılacak aydınlatmada bir sıra için yer genişliği,

$$b = \frac{10}{2} = 5 \text{ m}$$

olur.

b ve h değerlerinden yararlanılarak, yer oranı (R) bulunabilir:

$$R = \frac{b}{h} = \frac{5}{2,5} = 2$$

Cetvel değerine göre, çoğulukla direk ışık veren aydınlatma biçimini için, genel aydınlatma randimani,

$$R = \frac{b}{h} = 1,5 \rightarrow \gamma = \% 25$$

$$R = \frac{b}{h} = 2,5 \rightarrow \gamma = \% 33$$

olmaktadır. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 81, cetvel 6.8). Cetvel değerleriyle interpolasyon işlemi yapılırsa, genel aydınlatma randimani olırsak,

$$R = \frac{b}{h} = 2 \rightarrow \gamma = \% 29$$

bulunur.

Kümeteki lamba ve yansıtıcı temizliğine fazla özen gösterilmemişti göz önünde tutularak, V için 0,7 seçilebilir.

Yukardaki koşullara göre, iki aralı aydınlatma yapılacak olan kümelenin yarısının aydınlatılması için gereken ışık akısı, $F = 5,40 = 200 \text{ m}^2$ olduğuna göre,

$$\Phi = \frac{E_m \cdot F}{\eta \cdot V} \cdot 100 = \frac{15 \cdot 200}{29,6 \cdot 7} \cdot 100 \approx 15\,000 \text{ lm}$$

olarak bulunur.

Yantraçlar arası a uzaklığında, $a=h \dots 2h$ arasında 0,2h farklı değiştirilerek bir sur için gerekli fluosfen lamba sayısı ve gücü, cetvelden yararlanılarak (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 73, cetvel 6.3) aşağıdaki gibi bulunabilir:

İki lamba arası uzaklığı (m)	Bir surdaki lamba sayısı (list. tam sayı olarak)	Bir fluosfen lambasından istenen en düşük ışık akısı (lm)	Bir fluosfen lamba max. elektriksel gücü (W)
$a = h = 2,5$	$\frac{40}{2,5} = 16$	$\frac{15\,000}{16} \approx 938$	25
$a = 1,2h = 3$	$\frac{40}{3} \approx 14$	$\frac{15\,000}{14} \approx 1\,071$	25
$a = 1,4h = 3,5$	$\frac{40}{3,5} \approx 11$	$\frac{15\,000}{11} = 1\,364$	40
$a = 1,6h = 4$	$\frac{40}{4} = 10$	$\frac{15\,000}{10} = 1\,500$	40
$a = 1,8h = 4,5$	$\frac{40}{4,5} \approx 9$	$\frac{15\,000}{9} \approx 1\,667$	40
$a = 2h = 5$	$\frac{40}{5} = 8$	$\frac{15\,000}{8} = 1\,875$	65

Bu son değerler göz önünde tutularak, tüm kümeler için gerekli olan fluosfen lambaların sayısı ve gücü ile balastlı lambaların çektiği güç değerleri, çeşitli değişimler için, cetvel değerlerinden (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 73, cetvel 6.3) yararlanılarak aşağıdaki gibi bulunabilir:

Kümes içi gerekli olan lamba sayısı	Bir lambanın elektriksel gücü (W)	Bulut ile birlikte lambanın çektiği güç (W)	Bulut ile birlikte tüm lambaların çektiği güç (W)
1.16 = 32	23	32	1024
2.16 = 28	23	32	896
3.16 = 24	40	39	1200
4.16 = 20	40	56	1600
5. 9 = 18	40	56	960
6. 9 = 16	65	76	1216

Piyasada genellikle, 20W, 40W ve 65W'lik flüoresan lambalar bulunduğu göz önünde tutularak, bu son etvelin ilk iki sırasındaki değerler 40 W'a göre yeniden düzenlenirse, birinci sura için son sütun değeri olarak 1600 W ve ikinci sura için son sütun değeri olarak 1400 W bulunur. (Bu değerler, bulut ile birlikte tüm lambaların çektiği güçtür).

Yalnız enerji ekonomisi yönünden, her sırada herbiri 40W'lik 9 tane flüoresan lamba ve dolayısıyla tüm kümeste herbiri 40 W'lik 18 tane flüoresan lamba kullanılmalıdır.

İşletmecilik yönünden tam bir karara varabilmek için,

$$K = A + N \cdot k + 1 + P \cdot \frac{t}{L}$$

çeşitliğine göre yıllık toplam gider işleemesinin yapılması da gerekmektedir.

Sonuç: *Herbiri 40 W'lik 18 adet flüoresan lamba.*

4.1.2. Dışsal Aydınlatma

$\Phi_t = \frac{E \cdot 1000 \cdot 1000}{Ex_b \cdot Iz}$	Φ_t : Dışsal aydınlatmada kullanılan tek kaynaklardan istenen toplam ışık akımı (lm) E : Aydınlatılmasının genetik yerde istenen aydınlatma şiddeti (laks) Ex_b : Vatay düşlemealtı aydınlatma şiddeti (ref. vüden okunarak değer) (lux) Iz : z yönünde ışık yayınındaki ışık şiddeti (yanıtstan ışık dağılımı eğrisinden okunacak değer) (ef)
--	--

Örnek: 4.1.2.1. Trafik yoğunluğu orta derecede olan bir köy yoluna, 24 m aralıklla, elektrik direkleri dikilmiştir. Bu direklere takılacak ışık kaynaklarının ölçü düşleminden olan asılma yüksekliği $h = 7$ m olduğuna göre, herbir direğe takılmasa gereken ışık kaynağını elektriksel gücünü bulunuz.

Cözüm:

İki direk arasındaki orta noktanın direklerden olan a usaklığı,

$$a = \frac{24}{2} = 12 \text{ m olmaktadır. } a = 12 \text{ m ve } h = 7 \text{ m değerlerinin karşı-}$$

lığı: cetvelden aranırsak (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 84, cetvel 6.9), $\alpha = 60^\circ$ ve $E_{\alpha_1} = 2,61$ bulunur.

Bu düşsal aydınlatma için emayeli derin ışın yayıncı tipten yanıtlaç seçilmiş olsun. Bu tip yanıtlaçın ışık dağılım eğrisinden yararlanarak $I_{\alpha_1} = 150 \text{ cd}$ bulunur. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 77, şekil 6.5).

Trafik yoğunluğu orta derecede olan bu yolun aydınlatma yönünden en uygunusuz yerindeki aydınlatlık şiddetinin 2 lüks olması istenir. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 85). En uygunusuz yer, iki direk arasındaki orta noktadır. Bu noktanın iki tarafında bulunan lamba direklerindeki ışık kaynaklarından eşit ışık şiddetiyle heslenmesi söz konusu olduğundan, herbir ışık kaynağının bu noktaya sağlayacağı aydınlatlık şiddeti 1 lüks olacaktır. Buna göre, $E = 1 \text{ lüks}$ olacaktır.

Bilinenler eşitlikte yerlerine yazılara, ışık kaynağından istenen ışık akımı bulunabilir:

$$\Phi_t = \frac{E \cdot 1000 \cdot 1000}{E_{\alpha_1} \cdot I_x} = \frac{1 \cdot 1000 \cdot 1000}{2,61 \cdot 150} \approx 2.554 \text{ lm}$$

Cetvel değerlerinden, bu ışık akımına en uygun gelen elektrik ampulünün 200 W gücünde 200 E tipi ampul olduğu bulunur. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 69, cetvel 6.2). Soğuk mevsimlerde hava sıcaklığı yeterli ise, cetvel değerlerinden yararlanarak bu lamba yerine 65 W gücünde flüoresan lamba da seçilebilir. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 73, cetvel 6.3). Civa bahaneli lamba seçilmesi gerekecektir.

$$\frac{200 \text{ W}}{2,5} = 80 \text{ W}$$

İlk güçte olasının seçilmesi gereklidir.

Sonuç: 200 E tipi elektrik ampulu veya 65 W'lik flüoresan lamba ya da 80 W'lik civa bahaneli lamba.

4.2. Elektriksel Havalandırma Tekniğinin Tarımdaki Uygulama Alanları

Hayvan haramaklarla kullanılan elektriksel havalandırıcıların hava kapasitesi	
$V_h = B_h \cdot H_h$	V_h : Elektriksel havalandırıcının hava kapasisi (m^3/h)
$B_h = \frac{\sum H_i \cdot G}{600}$	B_h : BHB (Büyük, yaşlı ve bırsız) slanuk hayvan sayısı H_i : BHB başına gerekli olan şartlı hava (m^3/h) G : Hayvan haramağında herman aynı ortalamalı ağırlıklarla hayvanların sayısı
Su tüketimi ölçefine göre gereklili olan hava	
$V_s = \frac{\Sigma X_{hi}}{X_i - X_d}$	V_s : Su tüketimi ölçefine göre sualtı gereken hava (m^3/h) ΣX_{hi} : Hayvanların verdikleri suyu toplamı (g/h) X_i : Heyvan haramağının havasını bulunan su miktarı (g/m^3) X_d : Dış havada bulunan su miktarı (g/m^3)
1) Alman normunu göre, yaşam eski büyük değerlerde olsak daire, sahne ve atlar için $240 m^3/h$, BHB; domuzlarda: $373 m^3/h$, BHB; tavuklarda: $1850 \dots 2250 m^3/h$, BHB. Geçiş zamanlarında su tüketim ölçegine göre gereklili olan en küçük havu miktarı, sahne ve atlarda $114 m^3/h$, BHB; domuzlarda $131 m^3/h$, BHB; tavuklarda $464 m^3/h$, BHB (DIN 18910 Blatt 2)	
2) Alman normunu göre sahne ve atlar için: $300 g/h$, BHB; domuzlar için: $400 g/h$, BHB; tavuklar için: $1600 g/h$, BHB (DIN 18910 Blatt 1)	

Elektriksel havalandırıcılar yardımıyla hayvan havalığı hizasının sınırlık değişim oranı

$$k = \frac{V_h}{V}$$

k : Hayvan havalığı hizasının değişim oranı
 V_h : Elektriksel havalandırıcının hava kapasitesi (m^3/h)
 V : Hayvan havalığından iy hizası (m^3)

Elektriksel havalandırıcıların sırası

Genişliği 12 m'ye dek olan hayvan hizalarlarında yapışan ile orantılı dilenlemelerde:

$$a_s = (0,75 \dots 1,3) \cdot L/G$$

Genişliği 14-24 m arasında olan hayvan hizalarlarında yapışan ile orantılı dilenlemelerde:

$$a_s = (3,0 \dots 5,2) \cdot L/G$$

$$= (0,75 \dots 1,3) \cdot 4 \cdot L/G$$

Genişliği 26-36 m arasında olan hayvan hizalarlarında yapışan ile orantılı dilenlemelerde:

$$a_s = (6,75 \dots 11,7) \cdot L/G$$

$$= (0,75 \dots 1,3) \cdot 9 \cdot L/G$$

Tüm hava giriş deliklerinin veya hizalarının alamı²⁾

$$F = \frac{V_h}{V}$$

F : Deliklerin veya hizaların toplam alamı (m^2)
 V_h : Elektriksel havalandırıcının hava kapasitesi (m^3/s)
 V : Hava hizası (m/s) (Ortalama olmak üzere 1..3 m/s)

2) Kullanılan havalandırma düzeni enin havalandırma değil de herkes havalandırmasa ise, kullanılan havaya uygun deliklerin veya hizalarının alamı da aynı şartları göremeyecek olabilir.

Seriler (Seriler) ile meyve ve sebzeler depolarında kullanılmış elektriksel havalandırıcıların hava kapasiteleri

Serilerde:	$V_h = k \cdot V$	V_h : Elektriksel havalandırıcının hava kapasitesi (m^3/h)
Meyve depolarında:	$V_h \approx 40 \cdot V_m$	k : Serinin enin hava değişim oranı V : Ser hizası (m^3)
Sebzeler depolarında:	$V_h \approx (30 \dots 60) \cdot V_m$	V_m : Depolar içindeki meyve veya sebzeler hizası (m^3)

Örnek 4.2.1. Boyu 24 m, eni 14,50 m ve yüksekliği 3 m olan bir ahırda aşağıdaki örtüdeki geleneksel türlerin sayıları ve sayıdaki hayvanlar barınmaktadır.

Hayvan türü	Hayvan sayıları		Ortalama hayvan ağırlığı (kg)		Toplam ağırlık			
	max.	min.	max.	min.	kg olmak üzere		BHB olmak uzeğinde	
					max.	min.	max.	min.
Süt insesi	45	36	600	600	27 000	21 600	54	43,2
Dana	12	9	100	50	1 200	650	2,1	0,9
			Toplam		28 200	22 050	56,4	44,1

Bu hayvan barınağı içinde emici bir havalandırma düzeni yapmak istenmektedir. Bu bilinenlere göre:

- Kullanılacak elektriksel havalandırıcıların maksimum hava kapasitesini bulunuz.
- Havalandırıcıların sayısını bulunuz.
- Kapın, su buharını dışarı atmak için gerekli olan hava kapasitesini bulunuz. (Ahırın bulunduğu yörede % 100'lik bağıntı nem ve -12°C lik minimum sıcaklık koşullarında $X_0 = 1,80 \text{ g/m}^3$ ve alır içinde istenen % 70 bağılı nemde ve $+12^{\circ}\text{C}$ de $X_1 = 7,46 \text{ g/m}^3$ dür).
- Hayvan barınağı havasının sualtı maksimum değişim oranını bulunuz.
- Taze hava giriş delillerinin ya da hacsinin toplam alanını bulunuz.

Cözüm :

- $V_B = B_{H_i} \cdot H_i$ eşitliğinden yararlanarak kullanılacak elektriksel havalandırıcıların maksimum hava kapasitesi bulunabilir:

$$V_B = 56,4 \cdot 240 = 13 536 \text{ m}^3/\text{h} = 3,76 \text{ m}^3/\text{s}$$

- b) Hayvan barınağının genişliği 14-24 m arasında olduğundan, iki sıralı düzlemede $a_v = (0,75 \dots 1,3) \cdot 4L/G$ eşitliğinden yararlanarak elektriksel havalandırıcıların sayısı bulunabilir:

$$a_v = (0,75 \dots 1,3) \cdot 4 \cdot 24 / 14,50 \geq 5 \dots 8$$

Hesaplanan iki değer arasında bulunan bir değer seçilebilir:

$$n_t = 6$$

Her bir havalandırıcının hava kapasitesi: $\frac{13.536}{6} = 2.256 \text{ m}^3/\text{h}$

c) Kişin hayvan barınağı içinde minimum sayıda hayvan bulunduğu ve bu hayvanların verdikleri nemin 300 g/h , BHB olduğu kabul edilerek, su buharını dışarıya atmak için gerekli olan hava kapasitesi bulunabilir:

$$V_h = \frac{\sum X_i}{X_t - X_{st}} = \frac{44.1.300}{7.46-1.80} = 2.337,4 \text{ m}^3/\text{h} = 0,649 \text{ m}^3/\text{s}$$

v) Hayvan barınağı havasının saatlik maksimum değişim oranı, kullanılacak elektriksel havalandırıcıların maksimum hava kapasitesi göz önünde tutularak bulunabilir:

$$k = \frac{V_h}{V} = \frac{13.536}{24.14.50,3} = \frac{13.536}{1.044} \approx 13$$

d) Taze hava giriş deliklerinin veya bacanın toplam alanı, geçiş (kritik) zamanlarda su buharı ölçüğine göre gerekli olan en küçük hava (V_h) miktarından gidilerek bulunabilir:

$$V_h = 56.4.114 = 6.429,6 \text{ m}^3/\text{h} = 1,786 \text{ m}^3/\text{s}$$

V_h bulunduktan sonra, $F = \frac{V_h}{V}$ yöntemi kullanılarak sonucu verilabilir:

$$F = \frac{1,786}{3} \approx 0,6 \text{ m}^2$$

Yatın maksimum havalandırma sırasında, ayrıca pencerelerin de açılması gerekmektedir.

Sonuç: a) $13.536 \text{ m}^3/\text{h} = 3,76 \text{ m}^3/\text{s}$; b) 6 adet (herbiri $2.256 \text{ m}^3/\text{s}$ veya hura en yakın üst değerdeki hava kapasitesine sahip olan ve piyasa da bulunan) havalandırıcı; c) $V_h = 2.337,4 \text{ m}^3/\text{h} = 0,649 \text{ m}^3/\text{s}$; v) $k = 13$; d) $F = 0,6 \text{ m}^2$.

4.3. Elektriksel Sığuton Tekniğinin Tarafındaki Uygulamaları

$Q_t = \frac{J}{\Delta t} = E(t_f - t_i)$	Q_t :	Dışardan ictirâsi suan su enerjisi (kcal/h).
$Q_t = G.c.(t_f - t_i)$	V :	Sıcak hava deposu cihazlarının su depo katısayısı (kcal/m.h. $^{\circ}$ C) veya kcal/h. $^{\circ}$ C (m ² /m)
Q_t : Deneyseldeki soğutma miktarı	F :	Yabılıklar (fındık) deşvi katılığı (m ³)
$Q_t = k.N.T(t_f - t_i)$	T :	İst enerjisinin olduğu alan (m ²)
$Q_t = 360.N.t' = 360.N^{''}.t'' =$	t_f :	İlâha sıcak olan təsdiq sıcaklığı ($^{\circ}$ C)
$360/N^{''}.t''$	t_i :	Düdük enişti olan təsdiq sıcaklığı ($^{\circ}$ C)
	Q_s :	Yiyençin soğutma işinə endan alınması gereken su enerjisi (kcal)
	G :	Yiyençin ağırlığı (kg)
	c :	Yiyençin ağırlı suyu (kcal/kg. $^{\circ}$ C)
	t' :	Yiyençin başlangıç sıcaklığı ($^{\circ}$ C)
	t'' :	Yiyençin soğutulmuş sıcaklığı ($^{\circ}$ C)
	Q_s :	Yiyençin soğutulmuş sıcaklığında, soğutma yarınlığı yükseliş su enerjisi (kcal)
	K :	Kepi ağırlığıyla yiyençin su enerjisi (kcal)
	V :	Bir günde kepi ağırlığıyla su hava degi- ziminiş suyu
	H :	Sıcak hava deposunun hacmi (m ³)
	ρ :	Hacmindeki sıcaklık (kg/m ³)
	L :	De havanının entalpi (kcal/kg)
	I :	İç havanın entalpi (kcal/kg)
	Q_d :	Sıcak hava deposu içindeki sıcak soğutma değeri depo su enerjisi (kcal)
	n :	Sıcak hava deposunda çalışan insanların sayısı
	t' :	İnsanların en çok hava deposu içindeki gün- lik çalışma süresi (h)
	$N^{''}$:	En çok hava deposu içindeki elektriksel su- yulatma düşüncesinin toplam gücü (kW)
	t'' :	Elektriksel suyulatma düşüncesinin günlik toplam süresi (h)
	$N^{'''}$:	Sıcak hava deposu içindeki elektriksel su- yulatma düşüncesinin toplam gücü (kW)
	$t^{'''}$:	Elektriksel hizalama düşüncesinin günlik toplam süresi (h)
$Q_T = \frac{Q}{16}$	Q_T :	Satılık toplam soğutma kapasitesi (kcal/h)
	Q :	Gündüz toplam su transfer miktarı (kcal/24 h)
$N = \frac{Q_T}{K_T.N_K}$	N :	Elektrik motorunun güçü (kW)
	Q_T :	Satılık toplam soğutma kapasitesi (kcal/h)
	K_T :	Turistik ağırlı soğutma yükü. (Bunun değer, buharlaşma sıcaklığına ve yoğunluğa sick- lığına bağlı olup, ortalaması beşaplamalarda, 3600 kcal/kWh olmak alınıbilir)
	η_e :	Etki ettiğinde verim (frandiman) (Ortalama olarak % 35 alınabilir)

Not: Süt soğutma düzeneyle ilgili hizmetlerin sistemi yapılmakta, uygulanması durumlarında ekstra teknik değerlerden de yararlanılmalıdır. (Bakınız: Ders kitabı "şartname no: 1342" sayfa 150-151, maddeler 4, 19, 6, 201)

Örnek : 4.3.1. Boyu 20 m, eni 5 m ve yüksekliği 3 m olan bir soğuk hava deposu, ortalama olırank, 35 t(ton) et alıbilmektedir. Her gün etin 1/7 si, yani 5 tonu harcanmaktadır. Depo, ısı iletimi katısayısı $0,033 \text{ kcal}/\text{h} \cdot ^\circ\text{C}(\text{m}^2/\text{m})$ olan 10 cm kalınlığında mantarla yalıtılmıştır. İçerde, günde 5 saat yanın 1 kW gücünde aydınlatma döşeni vardır. Ayrca, etin alımı verilmesi için 4 insan günde 5 saat depo içinde çalışmaktadır. Soğutma için depoda, 1 kW gücünde havalandırma düzeni var olup, bu düzen tüm gün çalışmaktadır. En kritik anda açık havadaki sıcaklık 25°C ve bağıl nem % 70'dir. Soğuk hava deposu içinde, et için istenen muhafaza koşulları da 1°C lik sıcaklık ve % 85 bağıl nemdir. Entalpi diyagramından, 25°C ve % 70 bağıl nem için $i_1 = 14,7 \text{ kcal/kg}$, 1°C ve % 85 bağıl nem için $i_2 = 2,4 \text{ kcal/kg}$ bulunmuştur. Etin özgül ısıtı $0,6 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ dir. Bu bilinenlere göre;

- Soğuk hava deposunun soğutma kapasitesini,
- Soğutma makinesini çalıştıracak elektrik motorunun gücünü bulunuz.

Cözüm :

a) Önce, soğuk hava deposu için ısı enerjisi transfer bilançosunun bulunması gereklidir:

$$24 \text{ saatte dışardan içeriye alınan enerji: } Q_i = \frac{l}{d} \cdot F \cdot (t_2 - t_1) \cdot 24$$

$$F = 2 \cdot (20,5 + 5,3 + 20,3) = 350 \text{ m}^2$$

$$Q_i = \frac{0,033}{0,1} \cdot 350 \cdot (25-1) \cdot 24 = 66.528 \text{ kcal/24h}$$

24 saat içinde yiyeceğin soğuması için ondan alınması gereken ısı;

$$Q_x = G \cdot c \cdot (t_2' - t_1')$$

$$Q_x = 5.000.0,6.(25-1) = 72.000 \text{ kcal/24h}$$

Yiyeceğin soğuması sırasında solunum yaparken yaydığı ısı enerjisi, $Q_i = 0$ 'dır. Çünkü, et, cansız bir yiyecektir.

Kapı açılması nedeniyle yayılan ısı enerjisi;

$Q_k = k \cdot V \cdot \gamma (i_1 - i_2)$ eşitliğine göre bulunabilir;

$$V = 20 \cdot 5 \cdot 3 = 300 \text{ m}^3$$

Örnek değerlerinden yararlanarak (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 196, örnek 6.18) ve interpolasyon yaparak bu depo için hava değişim oranı, yaklaşık, 4,7 olarak bulunur.

$$Q_1 = 4,7 \cdot 300 \cdot 1,2 (14,7 - 2,4) = 20\ 811,6 \text{ kcal/24h}$$

Öteki elemanlardan doğan ısı enerjisi: Q_2 :

$$\text{Kışlerden: } 200 \cdot 0,1 \cdot t' = 4,5 \cdot 200 = 4000 \text{ kcal/24h}$$

$$\text{Aydınlatma düzeninden: } 860 \cdot N'' \cdot t'' = 1,5 \cdot 860 = 4\ 300 \text{ kcal/24h}$$

$$\text{Havalandırma düzeninden: } 860 \cdot N''' \cdot t''' = 1,24 \cdot 860 = 20\ 640 \text{ kcal/24 h}$$

$$Q_2 = 4\ 000 + 4\ 300 + 20\ 640 = 28\ 940 \text{ kcal/24h}$$

$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$ eşitliği kullanılarak, günlük toplam ısı transfer miktarı bulunabilir:

$$Q = 66\ 528 + 72\ 000 + 0 + 20\ 811,6 + 28\ 940 = 188\ 279,6 \text{ kcal/24h}$$

Sogutma makinesi günde 16 saat çalışacağına göre, sogutma kapasitesi:

$$Q_T = \frac{Q}{16} = \frac{188\ 279,6}{16} \approx 11\ 767,5 \text{ kcal/h} = 49\ 268,2 \text{ kJ/h}$$

b) Sogutma makinesini çalıtırın elektrik motorunun gücü:

$$N = \frac{Q_T}{K_T + \gamma_T} \text{ eşitliği kullanılarak bulunabilir:}$$

$$N = \frac{11\ 767,5}{4\ 000 \cdot 0,75} \approx 3,923 \text{ kW}$$

Motor gücü, gelecekteki durum öngörülerek, bulunan değerden $\approx 20\ldots 25$ kadar büyük seçilmelidir. Bu artırım yapıldı, bulunan değer, ders kitabı "yayın no 1342" sayfa 153'den yararlanılarak en yakını norm motor gücüne yükseltilirse, $N = 5,5 \text{ kW}$ elde edilir.

Sonuç: a) $Q_T \approx 11\ 767,5 \text{ kcal/h}$; b) $N = 5,5 \text{ kW}$

Örnek 4.3.2. Bir tarmi işletmesi, sütü açık havada çiseleme yoluyla soğutacak bir süt soğutma düzenebine sahip olmak istemektedir. Bu düzene bir yılda soğutulacak süt miktarı 96 000 l "litre" olarak hesaplanmaktadır. Örnek değerlerden yararlanılarak,

a) Süt soğutma düzeminin harcayıduğu yıllık toplam elektrik enerjisini bulunuz.

- b) Elektrik enerjisinin birim satış fiyatı 10^3 TL/kWh olduğuna göre, 1 litre sütün soğutulması için harcanacak elektrik enerjisinin bedelini bulunuz.

Cözüm:

- a) Bu tip tesislerde 100 litre sütün soğutulması için, ortalama olarak, 1,5 kWh'lik elektrik enerjisi gerekmektedir.

Buna göre tesisin harcayağı yıllık toplam elektrik enerjisi:

$$A = \frac{1,5 \cdot 96\,000}{100} = 1\,440 \text{ kWh}$$

- b) 1 litre sütün soğutulması için harcanacak elektrik enerjisinin bedeli:

$$M = \frac{1\,440 \cdot 10^3}{96\,000} = 15 \text{ TL/kg}$$

Sonuç: a) $A = 1\,440 \text{ kWh}$; b) $M = 15 \text{ TL/kg}$

4.4. Elektriksel Isıtma Tekniğinin Tarzındaki Uygulama Alanları:

4.4.1. Yeriklarda ve Serlerde Yapılan Toprak Isıtma Tesisleri

$N = \frac{60 \cdot F(t_i - t_{min})}{t}$	N :	Toprak isteme tesisinin elektriksel güçü (W)
$R_m = \frac{U^2}{N}$	R_m :	İstihdam edilen toprak yararıdan ve dilden ibre en fazla özellikte olmak koşuluyla, tıknaz sıcaklığının 1°C yükseltmesi için yapraklar 1 m^2 sine giünde verilmeli gereken elektrik şarfiyeti ($\text{Wh/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$)
$R_t = \frac{30^\circ}{N}$	F :	İstihdam edilen toprak alanı (m^2)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	t_i :	Toprakta bulutluşus isteme sıcaklığı ($^\circ\text{C}$)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	t_{min} :	Tehlikeli olasılık en düşük sıcaklık ($^\circ\text{C}$)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	t :	Toprak surumu tesisinin günlük çalışma süresi (h)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	R_m :	Monofaze akımında çalma toprak isteme tesisinin toplam devre direnci (Ω)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	U :	İşletme gerilimi (V)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	N :	Toprak isteme tesisinin elektriksel güçü (W)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	R_t :	Trifaze akımında çalma toprak isteme tesisinin toplam devre direnci (Ω)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	R_{me} :	Kullanılacak tozu bir metre uzunluğunda direnci (Ω/m)
$R_{me} = \frac{R_t}{t}$	t :	Tellin uzunluğu (m)

Örnek 4.4.1.1. Boyutları (1,35 m), (1,30 m) olan 6 camlı bir yastık içinde 20°Clik bir toprak sıcaklığı istenmektedir. Yetiştirme devresi içeriinde korkulan en düşük sıcaklık -5°C olarak bilinmektedir. Monoфaze akımla çalışan toprak ısıtma tesisi, her gün, gece tarifesinin geçerli olacağı saatler olan 22-06 saatleri arasından 8 saat çalışabilecek durumdadır. Bu bilimciler göre,

- Toprak ısıtma tesisinin elektriksel gücünü bulunuz.
- Toprak ısıtma devresinin uzunluğunu bulunuz.
- Toprak ısıtma devresinde kullanılması gereken telin bir metrenin direncini bulunuz.

Cözüm:

Sıcaklıklar arasındaki fark:

$$t_i - t_{min} = (+20^{\circ}\text{C}) - (-5^{\circ}\text{C}) = 25^{\circ}\text{C}$$

Isıtma alanı:

$$1,30 \cdot 1,35 \cdot 6 \approx 10,50 \text{ m}^2$$

Toprak ısıtma tesisinin elektriksel gücü,

$$N = \frac{60 \cdot F(t_i - t_{min})}{\tau} \text{ eşitliğinden giderek,}$$

$$N = \frac{60 \cdot 10,50 \cdot 25}{8} \approx 1970 \text{ W}$$

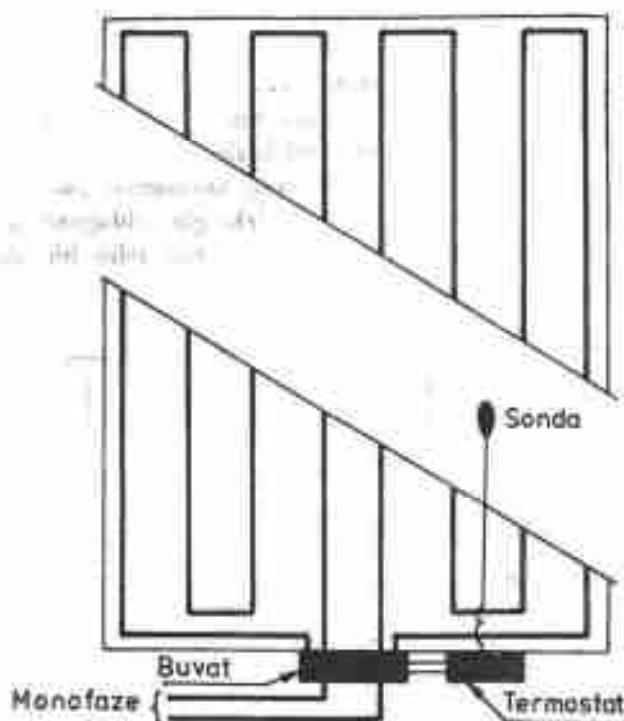
b) Toprak ısıtma devresinin uzunluğu hesaplanırken, şekil 4.4.1. de görüldüğü gibi, bir devre şeması çizilmelidir.

Monoфaze akımla beslenecek bu devre için:

$$\text{Tek hat sayısı: } \frac{135}{18} \approx 8$$

$$\text{Çift hat sayısı: } \frac{8}{2} = 4$$

olarak bulunmuştur. Her hattın uzunluğunun, uygulama değerleri olarak en uçakiler için yastığın iç uzunluğundan 10 cm daha az, yan-dakiler için 25 cm daha az, ortadakiler için de 5 cm daha az olması gerekmektedir. Bu açıklamaların sağlığı altında hesaplama yapılrsa, hattların toplam uzunluğu olarak;



Şekil 4.4.1. Monofaze akımla beslenen toprak ıstıma devresine ilgkin şema.

$I_b = 4 \cdot (780-25) + 2 \cdot (780-10) + 2 \cdot (780-5) = 6110 \text{ cm} = 61,10 \text{ m}$ bulunur. Bulunan toplam hat uzunluğuna, hatların iki uclarının birleşmesi için gerekli olan $2 \cdot (1,35-0,10) = 2,50 \text{ m}'lik bir usuluk da eklenirse, toprak ıstıma devresinin uzunluğu bulunabilir:$

$$l = 61,10 + 2,50 = 63,60 \text{ m}$$

c) Toprak ıstıma devresinin veya bu devrede kullanılan telin direnci,

$R_m = \frac{U^2}{N}$ eşitliği kullanılarak bulunabilir:

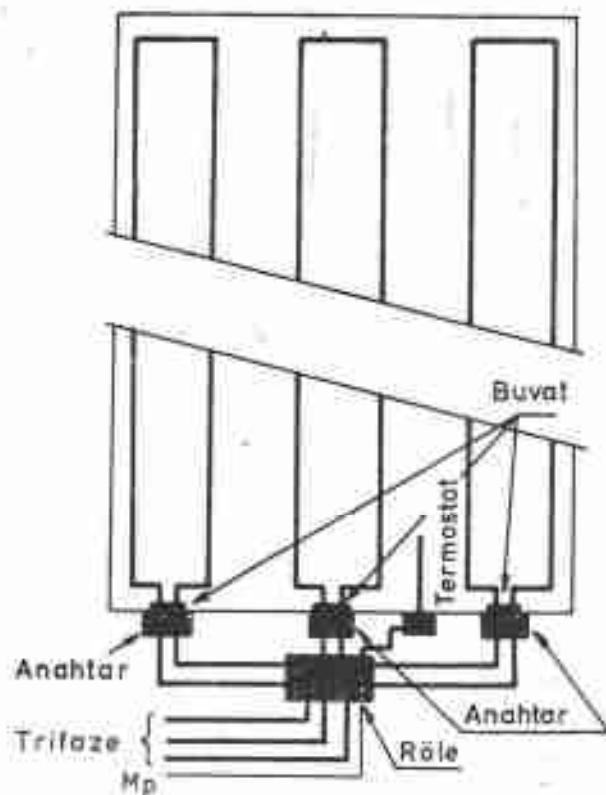
$$R_m = \frac{(220)^2}{1.970} = \frac{48.400}{1.970} \approx 24,6 \Omega$$

Kullanılacak telin bir metresinin direnci:

$$R_{met} = \frac{R_m}{l} = \frac{24,6}{63,6} = 0,39 \Omega/\text{m}$$

Sonuç: a) $N \cong 1970$ W; b) $I = 63,60$ m, c) $R_m \cong 24,6$ Ω ,
 $R_{mo} = 0,39$ Ω/m

Örnek 4.4.1.3. Şekil 4.4.2'de devre şeması görülen, trifaze akımla beslenecek olan bir toprak ısıtma tesisinde, 220 V'luk gerilime sahip bulunan fazlardan herbirinin besleyeceği devrenin uzunluğu 16,25 m olarak bulunmaktadır. Tesisin kurulacağı yastığın boyutları ve yapı özellikleri, örnek 4.4.1.1'deki gibi olduğuna göre, toprak ısıtma devresinde kullanılan bir metredenin direncini bulunuz.



Şekil 4.4.2. Trifaze akımla beslenen toprak ısıtma devresine ilişkin şema.

Cevap:

Tesisin kurulacağı yastığın boyutları ve özellikleri, örnek 4.4.1.1'deki gibi olduğuna göre, toprak ısıtma tesisinin elektriksel gücü, 1970 W olacaktır.

Toprak ısıtma devresinin veya bu devrede kullanılan gereken telin direnci $R_m = \frac{3 \cdot U}{N}$ eşitliği kullanılarak bulunabilir:

$$R_m = \frac{3,220^{\circ}}{1,970} \cong 73,7 \Omega$$

Kullanılarak telin bir metrenin direnci:

$$R_{me} = \frac{R_m}{l} = \frac{73,7}{16,25} \cong 4,54 \Omega/m$$

Sonuç: $R_{me} \cong 4,54 \Omega/m$

4.4.2. Kapalı Hacimlerin Isıtılması İçin Gereken İst Enerjisi Ve Elektrik Enerjisi

$Q_h = Q_0 \cdot V$	Q_h	Kapalı hacmin ısıtılması için saatte gerekken ısı enerjisi (kcal/h)
$N = N_0 \cdot V$	N_0	Osgül ısı enerjisi güçlerini ($\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) ²
$Q = 860 \cdot A$	A	İsteseler hacim (m^3)
$Q = 860 \cdot N_0 \cdot (sant^2 \cdot h^2)$	N	Kapalı hacmin ısıtılması için gerekken elektriksel güç (kW)
$Q = 0,000239 \cdot P \cdot R \cdot t \cdot (\text{sant}^2 \cdot h^2)$	P	Osgül elektriksel güç gereklimini ($\text{kW}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$) ²
$Q = 0,000239 \cdot I \cdot U \cdot t \cdot (\text{sant}^2 \cdot h^2)$	I	Elektriksel ısı enerjisi (kcal)
$Q = \frac{0,000239 \cdot U^2 \cdot t \cdot (\text{sant}^2 \cdot h^2)}{R}$	U	Elektrik enerjisi (kWh)
$N = \frac{Q}{860 \cdot t \cdot (\text{sant}^2 \cdot h^2)}$	t	Çalışma zamanı (birimi epiteljerde yazılı)
$N \quad [\Omega] = \frac{U \quad [V]}{N \quad [W]} = \frac{U \quad [V]}{I \quad [A]}$	I	İsteseler istenilen içinden geçen akım akımı (A)
	R	İsteseler direnci (Ω)
	U	Deverenin gerilimi (V)

¹⁾ Yapo iyiliği olan yerler için $Q_h = 35 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$; yapo iyiliği orta derecede olan yerler için $Q_h = 75 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$; yapo iyiliği lama olan yerler için de $Q_h = 100 \text{ kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ değerleri kullanılabilir.

²⁾ Yapo iyiliği çok iyili olan yerler için veya ilave ısıtma yapılması gereken yerler için $N_h = 50 \cdot W/\text{m}^2 \cdot \text{h} = 0,014 \text{ kW}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ alınabilir.

Örnek 4.4.2.1. Eni 2,50 m, boyu 3,55 m ve yüksekliği 2,70 m olan çok iyi yapı özelligine sahip bir oda, elektrik sobasıyla ısıtmak istenmektedir. Bu bilinenlere göre,

- Sebanın elektriksel gücünü bulunuz.
- 5 saat içinde üretilenek ısı enerjisini bulunuz.
- Sebanın ısıtma telinin direncini bulunuz.

Cözüm:

- $N = N_0 \cdot V$ eşitliği kullanılarak sebanın elektriksel gücünü bulunabilir:

$$N = 0,050 \cdot (2,50 \cdot 3,55 \cdot 2,70) \approx 1,2 \text{ kW}$$

b) $Q = 860 \cdot N \cdot t$ eşitliğine göre 5 saat içinde üretilenek ist enerjisi bulunabilir:

$$Q = 860 \cdot 1,2 \cdot 5 = 5160 \text{ kcal}$$

c) $R = \frac{U^2}{N}$ eşitliği kullanılarak sohanın ısıtma telinin direnci bulunabilir:

$$R = \frac{220^2}{1200} = 40,3 \Omega$$

Sonuç: a) $N \approx 1,2 \text{ kW}$; b) $Q = 5160 \text{ kcal}$; c) $R = 40,3 \Omega$

4.4.3. Ev İdaresinde Ve Tarımda Kullanılan Elektriksel Isıtma Cihazları

$N = \frac{A \cdot 60 \cdot 000}{V} = \frac{Q \cdot t}{V}$	N	: Cihazın elektriksel gücü (W)
$d(WM_{100}) = 0,2729 \cdot \sqrt{\frac{N}{V \cdot R}}$	A	: Cihazın harcadığı elektrik enerjisi (kWh)
$= 0,2729 \cdot \sqrt{\frac{P}{V}}$	Q	: Cihazın çalışma süresi (min "dahika")
$d(WM_{100}) = 0,34372 \cdot \sqrt{\frac{P}{V \cdot R}}$	t	: Is enerjisi (kcal)
$d(WM_{100}) = 365,4 \cdot \frac{d}{V}$	$d(WM_{100})$: WM50 aletçiminden yapılan ısıtma iletkenin çapı (mm)
$d(WM_{100}) = 122,7 \cdot \frac{d}{V}$	R	: Isıtma iletkeninin direnci (Ω)
	I	: Isıtma iletkeninin içinden geçen akım (A)
	d	: 220V'ta çalışan WM50 aletçiminden yapılan ısıtma iletkeninin serilmesi (uçitlenme) uzunluğu (m)
	d	: 220 V'ta çalışan WM100 aletçiminden yapılan ısıtma iletkeninin serilmesi (uçitlenme) uzunluğu (m)
	d	: iletken çapı (mm)

Dirençlerin paralel bağlanması:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \quad R = \text{Toplam devre direnci } (\Omega)$$

$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n \quad R_1, R_2, \dots, R_n = \text{Kol dirençler } (\Omega)$

$$U = U_1 = U_2 = \dots = U_n$$

Dirençlerin seri bağlanması:

$$R = R_1 + R_2 + \dots + R_n \quad I = \text{Toplam devre akımı } (A)$$

$$I = I_1 = I_2 = \dots = I_n \quad I_1, I_2, \dots, I_n = \text{Kol akımları } (A)$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n \quad \frac{U}{U_1, U_2, \dots, U_n} = \text{Toplam devresindeki gerilim düşmesi } (V)$$

Kullanımdaki gerilim düşmesi (V)

Örnek 4.4.3.1. 220 V'a bağlanmış bulunan % 80 rastgele bir elektrikli yemek tenceresiyle 20 dakika içinde 12 °C'lik 2 litre "F" suyun sıcaklığı 90 °C'ye yükseltiliyor. Bu bilinenlere göre:

- Tencerenin elektriksel gücünü ve şebekeden çektiği elektrik akımını bulunuz.
- Tencere ısıtma iletkisinin direncini bulunuz.
- Çalışma sıcaklığı 100 °C ve limit sıcaklığı 600 °C olduğuna göre, WM100 alaşımından yapılmış olan direnç telinin çapını ve açılmış uzunluğunu bulunuz.

Cözüm:

- $Q = G.c. (t_2 - t_1)$ eşitliği kullanılarak ve % 80 rastgele göz önünde tutularak, suyun ısıtilmasına harcanan Q_e ısı enerjisi, bulunabilir;

$$Q = 2.1.0. (90 - 12) = 156 \text{ kcal}$$

$$Q_e = \frac{156}{0,8} = 195 \text{ kcal}$$

$$195 \text{ kcal} = \frac{195}{860} = 0,227 \text{ kWh}$$

- Bilinenler, $N = \frac{A.60\ 000}{t}$ eşitliğinde yerine konularak, tencerenin elektriksel gücü bulunabilir:

$$N = \frac{0,227.60\ 000}{20} \approx 680 \text{ W}$$

Tencerenin şebekeden çeken elektrik akımı, $I = \frac{N}{U}$ eşitliğine göre bulunabilir:

$$I = \frac{680}{220} = 3,1 \text{ A}$$

b) Tencerenin direnci, $R = \frac{U}{I}$ eşitliğine göre bulunabilir:

$$R = \frac{220}{3,1} = 71 \Omega$$

c) Verilen değerlere göre, cetvelden yaralananak ösgül yüzey yükünün değeri olarak $v=3,2 \text{ W/cm}^2$ bulunur. (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 117, cetvel 6.21). Ösgül direnci (ρ), $1\Omega = \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ olan WM100 malzemesinden yapılmış telin çapı, aşağıdaki eşitlige göre, bulunabilir:

$$d(\text{WM}_{100}) = 0,34372 \cdot \sqrt{\frac{N}{v \cdot R}} = 0,34372 \cdot \sqrt{\frac{680}{3,2 \cdot 71}} \\ = 0,496 \approx 0,5 \text{ mm}$$

WM100 alaşumından yapılmış olan isıtma direnç telinin açılmış (serilmiş) uzunluğu da aşağıdaki eşitlige göre hesaplanabilir:

$$l(\text{WM}_{100}) = 172,7 \cdot \frac{d}{I} = 172,7 \cdot \frac{(0,5)^2}{3,1} = 14 \text{ m}$$

Sonuç: a) $N \geq 680 \text{ W}$, $I = 3,1 \text{ A}$; b) $R = 71 \Omega$;

c) $d(\text{WM}_{100}) \approx 0,5 \text{ mm}$, $l(\text{WM}_{100}) = 14 \text{ m}$

4.4.4. Kızılıtesi Işın (Enfuaruj Radyasyon) Düzénleri¹⁾

Örnek 4.4.4.1. 250 eleveli kapasiteli olarak yapılacak bir ana makinas için gerekli olan enfuaruj lamba sayısını, lambaların gücünü ve yerleştirme özelliğini bulunuz.

Cözüm:

Cetvel değerlerinden yaralananak sonucu gidilebilir (Bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 130, cetvel 6.22):

¹⁾ Bu bölümde ilgili nyudanalar, karakteristik ve kılavuz değerlerin şhee克斯被列在。

Soruş : 5...6 adet herbiri 150 W'lik enfraruj lamba veya 3 adet herbiri 250 W'lik enfraruj lamba ; ilk 5 günlük cırcınlar için enfraruj lambaların sabandan yüksekliği 150 W'lik lambalar kullanıldığında $a = 35 \dots 45$ cm, 250 W'lik lambalar kullanıldığında $a = 50 \dots 60$ cm olacak, daha sonra bu yükseklikler 10...15 cm artırılacak ; enfraruj lambaların okşeleri arasındaki uzaklık, 150 W'lik lambalar kullanıldığında $d = 40$ cm, 250 W'lik lambalar kullanıldığında $d = 60 \dots 75$ cm olacak.

4.5. Elektrik Motorlarının Tarımdaki Uygulama Alanları

4.5.1. Tarımda En Çok Kullanılan Alternatif Akım Motorları¹⁾

Elektrik motorları için alınması gereken değerler	
Bir fazlı (monofase) elektrik motorları için:	
$N_t = N_w - U.I.\cos\varphi$	N_t : Schekerede yerilen güç (W)
$N_p = U.I. = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}$	N_p : Gerçek güç (W)
$N_b = U.I.\sin\varphi = \sqrt{N_t^2 - N_w^2}$	U : Gerilim (V). (Üç fazlı "trifaz" shanadı fesler arasındaki gerilim, bir fazlı "monofaz" shanadı ise faz ile nötr arasındaki gerilimdir)
$N_b = N_w \cdot \tan\varphi$	I : Akım şiddeti (A)
Üç fazlı (trifaz) elektrik motorları için:	
$N_t = N_w = \sqrt{3}U.I.\cos\varphi$	$\cos\varphi$: Güç faktörü
$N_p = \sqrt{3}U.I. = \sqrt{N_w^2 + N_b^2}$	N_p : Zahiri güç (VA)
$N_b = \sqrt{3}U.I.\sin\varphi = \sqrt{N_t^2 - N_w^2}$	N_b : Kırılgıç (Var)
$N_b = N_w \cdot \sqrt{3}$	$\sqrt{3}$: Trifaz "üç faz" faktörü
Yıldız bağlamında:	a : Bir bobinde meydana gelen gerilim (V)
$U = \sqrt{3} \cdot a \quad I = i$	i : Bir bobinde geçen akım (A)
Üçgen bağlamada:	
$U = a \quad I = \sqrt{3} \cdot i$	
Elektrik motorlarının alınması gereken momenti	
$M_a(\text{kgm}) = 973,4 \cdot \frac{N_t}{n}$	M_a : Anma (ominal) yükteki motor dönmə momenti (birimleri vüdülüklerde yesil)
$M_a(\text{Nm}) = 973,4 \cdot \frac{N_t}{n} \cdot 9,81$	N_t : Anma yükteki motor mill güçü (kW)
	n : Anma yükteki motor devir sayısının (min^{-1})

¹⁾ Tarımda kullanılan elektrik motorlarının karakteristikleri ve öteski değerleri için bakınız: Ders kitabı "yayın no. 13 42"sayfa (147-157).

Elektrik motorunun randimansı		
$\eta = \frac{N_a}{N_s}$	$\frac{N_a}{N_s} \cdot \frac{N_s}{N_e}$	Elektrik motorunun randimansı Motor silindirlerinden alınan güç (kW) Motorun şebekeden ertelediği güç (kW)
Elektrik motorununa devir sayısı		
$n_s = \frac{60f}{p}$	n_s	Senkron devir sayısı (min^{-1})
$k = \frac{n_s - n}{n_s}$	f	Sabit frekansı (Hz)
	p	Faz basına düşen çift katılım sayısı
	n	Aşenkron devir sayısı (min^{-1})
	k	Kayma

Not: Senkron devir sayıları, dets kütüph. "Yayın no 1342" sayfa 136'da verilmiştir.

Örnek 4.5.1.1. Bir tarım makinesini çalıştıran trifaze aşenkron motorun karakteristikler tablosundan (görünüş tablosundan) aşağıdaki değerler okunmuştur:

16 kW; $U/\Delta = 380/220$ V; 31/53,6 A; $\cos \varphi = 0,89$; 1455 min^{-1}

Bu bilinenlerle göre:

- Anma (nominal) yükteki motor randimansı bulunuz.
- Anma yükteki motor dönme momentini bulunuz.
- Anma yükteki kaymayı bulunuz.
- Motorun yıldız veya üçgen bağlı olduğu zamanlardaki gerilim ve akım ilişkilerini şema üzerinde gösteriniz.

Cözüm:

a) Anma yükteki motor randimansı, $\eta = \frac{N_a}{N_s}$ eşitliğinden gidierek bulunabilir:

$$N_s = 16 \text{ kW}$$

$$N_s = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 31 \cdot 0,89 =$$

$$\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 53,6 \cdot 0,89 = 18150 \text{ W} = 18,15 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{16}{18,15} = 0,882 \Rightarrow \% 88,2$$

b) Anma yükteki motor dönme momenti, $M_s = 973,4 \cdot \frac{N_a}{n}$ eşitliği kullanılarak bulunabilir:

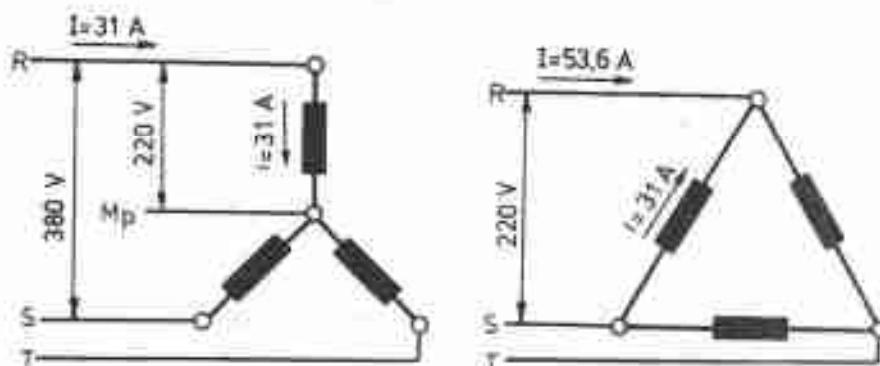
$$M_a = 973,4 \cdot \frac{16}{1455} = 10,7 \text{ kgm}$$

$$10,7 \cdot 9,81 \approx 105 \text{ Nm}$$

c) Anma yükseki kayma, $k = \frac{n_s - n}{n_s}$ eşitliği kullanılarak

bulunabilir:

$$\text{v)} \quad k = \frac{1500 - 1455}{1500} = 0,03 \rightarrow \% 3$$



Şekil 4.3. Gerilim ve akım ilişkisi.

Sonuç: a) $\eta = \% 88,2$; b) $M_a = 10,7 \text{ kgm} \approx 105 \text{ Nm}$; c) $k = \% 3$; e) semada

Örnek 4.5.1.2. Monofaze bir alternatif akım motorunun karakteristikler tablosundan (göç tablosundan) aşağıdaki değerler okunmuştur:

1,9BG; 220V; 12A; $\cos \varphi = 0,78$

Bu bilimlere göre:

- Motorun anma yükteki randimanını bulunuz.
- Güç kaynağının motora vereceği gücü (zahiri gücü) bulunuz.
- Kör gücü bulunuz.

Cözüm:

- Motorun anma yükteki randimanı,

$$\eta = \frac{N_a}{N_s}$$

eşitliğinden yararlanılarak bulunabilir:

$$N_s = 1,9 \text{ BG} = \frac{1,9}{1,36} \text{ kW} = 1,4 \text{ kW}$$

$$N_t = U.I. \cos \varphi = 220.12.0,78 = 2.059 \text{ W} \approx 2,06 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{1,4}{2,06} = 0,68 \rightarrow \% 68$$

b) Güç kaynağının motora vereceği güç (zahiri güç), $N_s = U.I$ eşitliği kullanılarak bulunabilir:

$$N_s = 220.12 = 2.640 \text{ VA} = 2,64 \text{ kVA}$$

c) Kör güç, $N_b = U.I.\sin \varphi$ eşitliği veya $N_b = \sqrt{N_s^2 - N_w^2}$ eşitliği kullanılarak bulunabilir:

$$\cos \varphi = 0,78 \rightarrow \sin \varphi = 0,6248$$

$$N_b = 220.12.0,6248 = 1.649 \text{ Var} \approx 1,65 \text{ kVar}$$

$$N_b = \sqrt{2,64^2 - 2,06^2} \approx 1,65 \text{ kVar}$$

Sonuç: a) $\eta = \% 68$; b) $N_s = 2,64 \text{ kVA}$; c) $N_b \approx 1,65 \text{ kVar}$

Örnek 4.5.1.3. 220/380 V'luk bir yıldız şebekeye, özellikleri 22 kW, 220/380 V, 78/45A, $\cos \varphi = 0,84$ olan bir trifaze motor ve dirençleri eşit olarak üç kola dengele dağıtılmış 9 kW, 220/380 V'luk bir motor bağılmıştır.

Ortak iletken tarafından taşınan:

- a) Güçleri,
- b) Akım şiddetini,
- c) Güç faktörünü.

bulunuz

Cözüm :

a) Güçler, aşağıdaki eşitliklerden yararlanılarak, bulunabilir:

$$N_{w_1} = \sqrt{3} \cdot U.I.\cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 45 \cdot 0,84 \approx 24.900 \text{ W} = 24,9 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,84 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,646$$

$$N_{b_1} = N_{w_1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 = 24,9 \cdot 0,646 = 16,1 \text{ kVar}$$

$$N_{w_2} = 9 \text{ kW}$$

$$N_{b_2} = 0$$

$$N_w = N_{w_1} + N_{w_2} = 24,9 + 9 = 33,9 \text{ kW}$$

$$N_b = N_{b_1} + N_{b_2} = 16,1 \text{ kVar}$$

$$N_s = \sqrt{N_w^2 + N_b^2} = \sqrt{33,9^2 + 16,1^2} = 37,5 \text{ kVA}$$

b) Akım şiddeti, $I = \frac{N_s}{\sqrt{3} \cdot U}$ eşitliğinden yararlanılarak bulunabilir:

$$I = \frac{37,500}{\sqrt{3} \cdot 380} = 57 \text{ A}$$

c) Güç faktörü, $\cos \varphi = \frac{N_w}{N_s}$ eşitliğinden yararlanılarak bulunabilir:

$$\cos \varphi = \frac{33,9}{37,5} = 0,905$$

Sonuç: a) $N_w = 33,9 \text{ kW}$, $N_b = 16,1 \text{ kVar}$, $N_s = 37,5 \text{ kVA}$;

b) $I = 57 \text{ A}$; c) $\cos \varphi = 0,905$

Örnek 4.5.1.4. Bir herman makinasının işletilmesinde kullanılan trifaze asenkron motorun çalıştırılmasında $N = 12 \text{ kW}$, $U = 380 \text{ V}$ ve $I = 29 \text{ A}$ değerleri ölçülmüştür. Güç faktörünün, bu çalışma sırasındaki değerini bulunuz.

Cözüm:

Güç faktörünün değeri, $\cos \varphi = \frac{N_w}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}$ eşitliğine göre bulunabilir:

$$\cos \varphi = \frac{12,000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 29} = 0,63$$

Sonuç: $\cos \varphi = 0,63$

Örnek 4.5.1.5. Uygulamada, elde bulunan bir yem değirmeni için uygun güçte bir elektrik motorunun seçimi gerekmektedir. Ön etütler yapıldıktan sonra, deneme amacıyla değirmene, tarım işletmesinde bulunan 7,5 kWlık üç fazlı (trifaze) kısa devre rotorlu bir asenkron motor takılıyor. Deneme sırasında bir elektrik sayacı kullanılıyor. Deneme moturu ile sayıç arasında bağlı bulunan

İsteği tüm elektriksel tüketiciler devreden çıkartılıyor. Sayı tablosundan, sayaç sabitesi (C) (300 devir $\rightarrow 1 \text{ kWh}$) olarak okunuyor. Deneme sırasında 1 dakikada 40 sayaç devri sayılır. Bu bilinenlere göre, elektriksel güç yönünden, bu motor, degişmeye uygun olur mu?

Cözüm:

Bu bilinenlere göre, önce şebekeden çekilen gücün batinması gereklidir:

$$N_s = \frac{n \cdot 60}{C} = \frac{40 \cdot 60}{300} = 8 \text{ kW}$$

Randiman % 85 alındığında, normal koşullardaki mil gücü bulunabilir;

$$N_a = N_s \cdot \eta = 6.8 \text{ kW}$$

Bu sonucaya göre, 7 kW'lık bir motor, ideal motor olarak kabul edilebilirdi. Fakat, normda 7 kW'lık bir motor olmadığından, güç yönünden kabul edilebilen sınırlar arasında bulunan 7,5 kW'lık bir motor seçilebilir. Bu arada, motorun öteki özelliklerinin işletme koşullarına uygun olup olmadığı (cabusma şekli, koruma tarzı, inşa tarzı, devir-moment karakteristiği vb. özellikleri yönünden de uygun olup olmadığı) araştırılmalıdır.

Sonuç: Turan işletmesinde bulunan 7,5 kW'lık motor, güç yönünden, degişmeye uygundur.

Örnek 4.5.1.6. Yıllık toplam süt verimi 57 000 litre "T" olan 15 ineklik bir işletme için satın alınmış bulunan bir süt sağma makinasının yıllık sabit gider toplamı 7200 TL ve insan gidişi gideri düşündeki yıllık işletme gideri toplamı da 1710 TL'dir. Elle sağım işlerinde hayvan başına yılda 135 birim insan çalışma saatı, makineyle sağında ise hayvan başına yılda 105 birim insan çalışma saatı gerekceğü, ön denemelere dayanarak bulunmuştur. Süt verimi yönünden elle ve makinayla sağında herhangi bir farklılık olmayacağı kabul ederek, süt makinesiyle sağının kâr olup olmadığı bulunmuştur. (Süt sağımında birim insan çalışma saatinin 90 TL olduğu kabul edilecektir).

Cözüm:

Kârlılık hesabının yapılmak üzere, önce makineyle sağımdaki toplam gider ile iş gücü giderinden yapılan tasarrufun aynı ayri hesaplanması gereklidir:

İş gücü giderinden yapılan tasarruf:

$$90.15 \cdot (135-105) = 49\,500 \text{ TL/yıl}$$

Makinesin yıllık toplam gideri:

$$\frac{7200 + 1710}{\text{Kazanç: } 31590 \text{ TL/yıl}}$$

Sonuç: Kârlıdır. Kazanç: 31590 TL/yıl

4.5.2. Pompaj Tesislerinin Elektromotorizasyonu

Pompa mühendisi gür gerekisini			
$N_c (\text{BG}) = \frac{Q \cdot H}{270 \cdot \eta_p}$	N_c	: Pompa mühendisi gür (BG veya kW)	
$N_e (\text{kW}) = \frac{Q \cdot H}{967 \cdot \eta_p}$	Q	: Pompalı debisi (m^3/s)	
Pompayı çabartan elektrik motorunun gücü			
$N_k = (0,1 \dots 1,2) \cdot N_c$	N_k	: Pompayı çabartan elektrik motorunun mit güreti (BG) (Bu gür, pompa mühendisi giden daha büyük olup, % 16-20 kadar yedek gürce sahiptir)	
$N_s = \frac{N_k}{1,36}$	N_s	: Pompayı çabartan elektrik motorunun mit güreti (kW)	
$N_t = \frac{N_s}{\eta_m}$	N_t	: Elektrik motorunun şebekeden teknik gür gür (kW)	
	η_m	: Elektrik motorunun rendisanesi	
İçin tesis hizmetinde elektrik enerjisiyle çalışan pompa tesislerinin elektrik enerji gereklisini			
$A_h = \frac{H}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$	A_h	: Elektrik enerji gereklisini (kWh/m^3)	
	H	: Toplam (matematik) yükselişlik (m)	
	η_p	: Pompalı rendisanesi	
	η_m	: Motor rendisanesi	
Not: Elektrikpompaj tesisleriyle ilgili öretililer ve örnük değerler için bakınız: Ders kitabı "yayın no 1342" sayfa: 157-160.			

Örnek 4.5.2.1. Günde 18 saat çalışarak 10 günde $513 \text{ m}^3/\text{ha}\text{lik}$ bir sulama kapasitesiyle 20 hektarlık araziyi sulayabilecek bir yağmurlama sistemini oluşturacak elektrik motorunun gücünü bulunuz. (Toplam yükseklik 57 m ve $\eta_p = 0,75$ 'dir).

Cözüm:

$$\text{Pompa debisi: } Q = \frac{513,20}{18,10} = 57 \text{ m}^3/\text{h}$$

Pompanın randimamı % 75 alarak, pompa milindeki güç bulunabilir:

$$N_p = \frac{Q \cdot H}{270 \cdot \eta_p} = \frac{57,57}{270,0,75} \approx 16 \text{ BG} \cong 11,8 \text{ kW}$$

Pompayı çalıştıracak olan elektrik motosunun mil gücü:

$$N_s = 1,2 \cdot N_p = 1,2 \cdot 16 \text{ BG} = 19,2 \text{ BG}$$

$$N_s = \frac{19,2}{1,36} = 14,1 \text{ kW} \xrightarrow{\text{(norm)}} 15,0 \text{ kW}$$

Sonuç: $14,1 \text{ kW} \xrightarrow{\text{(norm)}} 15,0 \text{ kW}$

Örnek 4.5.2.2. Bir santrifüj pompa karakteristikler tablosunda (güç tablosunda) aşağıdaki değerleri okunan üç faali, kısa devre retele asenkron bir elektrik motoruyla çalıştırılmaktadır:

$5,5 \text{ kW}; \triangle 380 \text{ V}; 7/12 \text{ A}; \cos \varphi = 0,83; 1440 \text{ min}^{-1}$

Bu bilinenlere göre,

- Motorun anma (nominal) yükteki randimamını bulunuz.
- Bu motor için, (moment karakteristiği uygunsa) yol verme düzeni olarak, yıldız-üçgen çalter kullanılabilir mi, neden?

Cözüm:

a) $N_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi$ eşitliği kullanılarak motorun şebekeden çektiği güç bulunabilir:

$$N_t = 1,73 \cdot 380 \cdot 12 \cdot 0,83 \cdot 10^{-3} \cong 6,6 \text{ kW}$$

$N_s = 5,5 \text{ kW}$ (motorun güç tablosundan almıştır)

$\tau_m = \frac{N_s}{N_t}$ eşitliği kullanılarak, motorun anma (nominal) yükteki randimamını bulunabilir:

$$\eta_m = \frac{5,5}{6,6} = \% 83$$

b) Bu motor için, yol verme düzene olarsak, yıldız üçgen şalter kullanılabılır. Çünkü, bu motorun karakteristikler tablosunda \underline{U}/Δ 380/220 V değil, yalnız Δ 380 V değeri bulunmaktadır.

Sonuç: a) $\tau_m = \% 83$; b) Yıldız-üçgen şalter kullanılabılır.

Örnek 4.5.2.3. Bir çiftlik evinin gereklisini olan su, elektrik motoruyla çalıştırılan pompayı sağlanmaktadır. Toplam yükseklik (manometrik yükseklik) $H = 30$ mSS (metre su sütunu) oldağın zaman bu testisinde elektrik motorunun raddrımı $\eta_m = 0,77$ ve santrifüj pompanın raddrımı da $\eta_p = 0,50$ olmaktadır. Buna göre,

a) Bu testisde çkartılan suyun metrekübü başına harcanacak elektrik enerjisini bulunuz.

b) Elektrik enerjisimin birim satış fiyatı 10 TL/kWh olduğuna göre, 1 m³ su çkartmak için gereken elektrik enerji masrafını bulunuz.

Cözüm:

a) Gerekli olan elektrik enerjisi $A_b = \frac{H}{367 \cdot \eta_p \cdot \eta_m}$ eşitliğine göre bulunabilir:

$$A_b = \frac{30}{367 \cdot 0,50 \cdot 0,77} \approx 0,21 \text{ kWh/m}^3$$

b) 1 m³ su çkartmak için gereken elektrik enerji masrafı (M):

$$M = 0,21 \cdot 10 = 2,1 \text{ TL/m}^3$$

Sonuç: a) $A_b \approx 0,21 \text{ kWh/m}^3$; b) $M = 2,1 \text{ TL/m}^3$

4.5.3. Elektrik Motorlarında Kör Gücün Kompanse Edilmesi

$C = \frac{I_c}{\omega \cdot U} (\mu F) = \frac{I_c \cdot 10^6}{\omega \cdot U} (\mu F)$	C	Kompanse için gereken kapasitif kör güç (birimi, eşitliklerde yanzı)
$I_c = \frac{N_c(\text{Var})}{\omega \cdot U^2} (\mu F) = \frac{N_c(\text{Var}) \cdot 10^6}{\omega \cdot U^2} (\mu F)$	I_c	Kompanse için gereken kapasitif kör güç (birimi, eşitliklerde yanzı)
$N_c = N_u (\text{kVar}) \cdot 10^6$	N_c	İndüktif direnç nedeniyle oluşan kör akım (A)
$I_{hs} = I_{hs} - I_{hs}$	I_{hs}	314 ($\Omega = R + jX = 2,3,14,30 = 314$)
$N_u = N_h - N_{hs}$	N_u	Sekilde görülmüş (V)
	N_{hs}	Kompanse için gerekilen kör güç (birimi, eşitliklerde yanzı)
	I_{hs}	İndüktif direnç nedeniyle oluşan kör akım (A)
	I_{hs}	Faz kaynaklı kasmen kompanse edildikten sonraki kör akım (A)
	N_h	İndüktif direnç nedeniyle oluşan kör güç (Var, kVar)
	N_{hs}	Faz kaynaklı kasmen kompanse edildikten sonraki kör güç (Var, kVar)

Örnek 4.5.3.1. Karakteristikler tablosundan (güç tablosundan), 22 kW; 220/380 V; 78/45A; $\cos \varphi = 0,84$ değerleri okunan üç fazlı (trifaze) bir alternatif akım motorunun güç faktörünün 0,95'e kompense edilmesi-yükseltmesi istenmektedir. Kullanılacak kondansatör bataryasının üçgen olarak bağlanması gereğine göre, kondansatörlerden herbirinin kapasitesini bulunuz.

Cözüm:

Güçlerden yararlanılarak, kondansatörlerden herbirinin kapasitesinin bulunması:

$$N_t = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 45 \cdot 0,84 = 24\ 900 \text{ W} = 24,9 \text{ kW}$$

$$\cos \varphi_1 = 0,84 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_1 = 0,646$$

$$\cos \varphi_2 = 0,95 \rightarrow \operatorname{tg} \varphi_2 = 0,3288$$

$$N_0 = N_t (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 24,9 (0,646 - 0,3288) = 7,9 \text{ kVar}$$

$$C = \frac{N_0 (\text{kVar}) \cdot 10^3}{\pi \cdot U^2} = \frac{\frac{7,9}{3} \cdot 10^3}{314 \cdot 380^2} = 58 \mu\text{F}$$

Akumlardan yararlanılarak, kondansatörlerden herbirinin kapasitesinin bulunması:

$$I_w = I \cdot \cos \varphi = 45 \cdot 0,84 = 37,8 \text{ A}$$

$$I_v = I_w (\operatorname{tg} \varphi_1 - \operatorname{tg} \varphi_2) = 37,8 (0,646 - 0,3288) = 11,99 \text{ A}$$

$$C = \frac{I_v \cdot 10^3}{\omega \cdot U} = \frac{\frac{11,95}{3} \cdot 10^3}{314 \cdot 380} = 58 \mu\text{F}$$

Sonuç: Üçgen bağlı üç tane, herbiri 58 μF 'lik kondansatör

4.6. Piller, Akümülatörler Ve Elektrikli Çit Tesisleri

Piller	
$U = E - U_1$	U : Yıhlıme sırasında klemens gerilimi (V)
$U_1 = LR_1$	E : Aşırı gerilim (yük gerilimi) (EMK)
$U = E - LR_1$	U_1 : İle direnç串联 ile gerilim düşmesi (V)
$C = \frac{q}{U}$	R_1 : I_0 direnci (Ω)
$A = CU$	I : Devreden geçen akım şiddeti (A)
	C : Kapasite (Ah) ($1\text{Ah} = 3600 \text{ Coulomb}$)
	t : Akımın geçtiği süre (s)
	A : Pil yardımıyla yapılan elektriksel iş (Wh)

Akümülatörler	
$C_p = I_1 \cdot t_1$	C_1 : Dolma (tarz) kapasitesi (Ah)
$C_p = I_2 \cdot t_2$	I_1 : Dolma akımı (A)
$W_1 = U_1 \cdot C_1$	t_2 : Dolma süresi (s)
$W_2 = U_2 \cdot C_2$	C_2 : Boşalma (dönüş) kapasitesi (Ah)
$\eta_{AH} = \frac{U_2}{U_1} = \frac{I_2 \cdot t_2}{I_1 \cdot t_1}$	I_3 : Boşalma akımı (A)
$\eta = \frac{W_2}{W_1} = \frac{U_2 \cdot I_2 \cdot t_2}{U_1 \cdot I_1 \cdot t_1}$	t_3 : Boşalma süresi (s)
$T_0 = \frac{U_2}{U_1} \cdot C_{AH}$	W_1 : Dolma (tarz) enerjisi (Wh)
	W_2 : Boşalma sırasında elde edilen enerji (Wh)
	U_1 : Dolma gerilimi (V)
	U_2 : Boşalma gerilimi (V)
	T_{AH} : Yıllık derişim (Ah - Stundenau)
	τ : Bant zamanı

Not: Elektrikli çit tesisleri ile ilgili karakteristik değerler, Ders kitabı "yayın no.13&2" sayfa 177'deki "Elektrikli Çit Tesisleri" bölümünden alınabilir.

Örnek 4.6.1. Fiyatı 50 TL olan bir cep lambasının pil bataryası 3,5 V lük, 0,5 A akım çeken bir lambayı 5 saat sürede yakabiliyor. Bu pil bataryası yardımıyla elde edilecek 1 kWh'lik elektrik enerjisini kaç TL'ye mal olacağım bilmem.

Cözüm:

$C = I \cdot t$ eşitliğine göre pil kapasitesi bulunur:

$$C = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ Ah}$$

$A = C \cdot U$ eşitliği kullanılarak 5 saat içinde pil yardımıyla yapılan elektriksel iş bulunabilir:

$$A = 2,5 \cdot 3,5 = 8,75 \text{ Wh}$$

8,75 Wh'lik elektriksel iş 50 TL'ye mal olduğuna göre, 1 kWh (1000 Wh)'lik elektriksel işin maliyeti, aşağıdaki şekilde hesaplanabilir:

$$M = \frac{1000 \cdot 50}{8,75} \approx 5714,3 \text{ TL/kWh}$$

Sonuç: $M = 5714,3 \text{ TE/kWh}$

Örnek 4.6.2. 162 Ah kapasiteli mas piyakah bir akümülatör baterisi, 110 V'luk bir arıma gerilimine (nominal gerilime) sahiptir. $\eta_{Ah} = \% 90$ ve $\eta = \% 75$ 'dir. Bu bilgilere göre,

- Üç saatlik boşalma (deşarj) sırasında baryadan alınabilecek enerjisi,
- Uygun boşalma (deşarj) ve dolma (şarj) akımları,
- Dolma akımı değişmediğine göre, dolma kapasitesini ve dolma süresini,
- Dolma enerjisini.

bulunuz.

Cevap:

a) $W_2 = U_2 \cdot C_0$ eşitliği kullanarak, 3 saatlik boşalma sırasında baryadan alınabilecek enerji bulunabilir:

$$W_2 = 110 \cdot 162 = 17\ 820 \text{ Wh} = 17,82 \text{ kWh}$$

b) $I_2 = \frac{C_0}{t_2}$ ve $I_1 = 0,7 \cdot I_2$ eşitlikleri kullanarak, uygun boşalma ve dolma akımları bulunabilir:

$$\text{Boşalma akımı: } I_2 = \frac{162}{3} = 54 \text{ A}$$

$$\text{Dolma akımı: } I_1 = 0,7 \cdot 54 = 37,8 \text{ A}$$

c) $C_1 = \frac{C_0}{\eta_{Ah}}$ eşitliğinden yararlanılarak dolma kapasitesi ve

$t_1 = \frac{C_1}{I_1}$ eşitliğinden yararlanılarak da dolma süresi bulunabilir:

$$C_1 = \frac{162}{0,9} = 180 \text{ Ah}$$

$$t_1 = \frac{180}{37,8} = 4,76 \text{ h} \approx 4 \frac{3}{4} \text{ h}$$

q) $W_1 = \frac{W_2}{\gamma}$ eşitliği kullanılarak dolma enerjisi bulanabilir:

$$W_1 = \frac{17,82}{0,75} = 23,8 \text{ kWh}$$

Sonuç: a) $W_2 = 17,82 \text{ kWh}$; b) $I_2 = 54 \text{ A}$; $I_1 = 37,8 \text{ A}$;

c) $C_1 = 180 \text{ Ah}; t_1 \geq 4 \frac{3}{4} \text{ h};$ d) $W_1 = 23,8 \text{ kWh}$

Örnek 4.6.3. Domuz dışında kalan genç, büyük baş hayvanlar karışımının persiyon ve periyodik olarak olatılacağı bir mer'ada, yeri kolayca değiştirilebilir elektrikli çit tesisi kurulacaktır. Bu çit tesisi yardımıyla dört bir arazide sahip olan mer'annın 1 440 m'lik çevre uzunluğuna sahip olan kısmını, belirli bir süre hayvanların olatılmasında kullanıldıktan sonra, çit tesisi sökülp benzer çevre uzunluğuna sahip ve hayvanlara tahsis ettiğinde gelenekseldeki bir mer'a yöresinde kurulacaktır. Elektrik enerjisi tesisatına sahip bulunmayan bu mer'a için,

a) Seçilmesi gereken elektrikli çit aletinin tipini saptayınız.

b) Tesis için gerekli olan direk ve izolatör sayısını tel uzunluğunu bulunuz.

Cözüm:

a) Elektrik enerjisi tesisatına sahip olmayan bu mer'a için, akü-mültec veya pil baryalarından beslenen elektrikli çit aletinin seçilmesi gereklidir.

b) Gerekli olan direk ve izolatör sayısı ile tel uzunluğu etvel değerlerinden (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 181, etvel 6.32) yararlandarak bulunabilir:

Direk aralarındaki uzaklık 12 m olsağında, direk sayısı (n_d),

$$n_d = \frac{1440}{12} = 120$$

İzolatör sayısı (n_i), tel iki sıralı olarak çekileceğinden, direk sayısının iki katı olur:

$$n_i = 2 \cdot 120 = 240$$

Tel uzunluğu (l_t) hesaplanırken, merkez çevresi ve tel sira sayısının önünden tutularak bulunacak uzunluğa, gerdirme payı ile kapı kummin özel durumu gibi önünden tutularak % 5...10 kadar eklem yapılır:

$$l_t = 2.1 \cdot 440 + 2.1 \cdot 440 \cdot (\% 5 \dots 10) = 3.024 \dots 3.168 \text{ m}$$

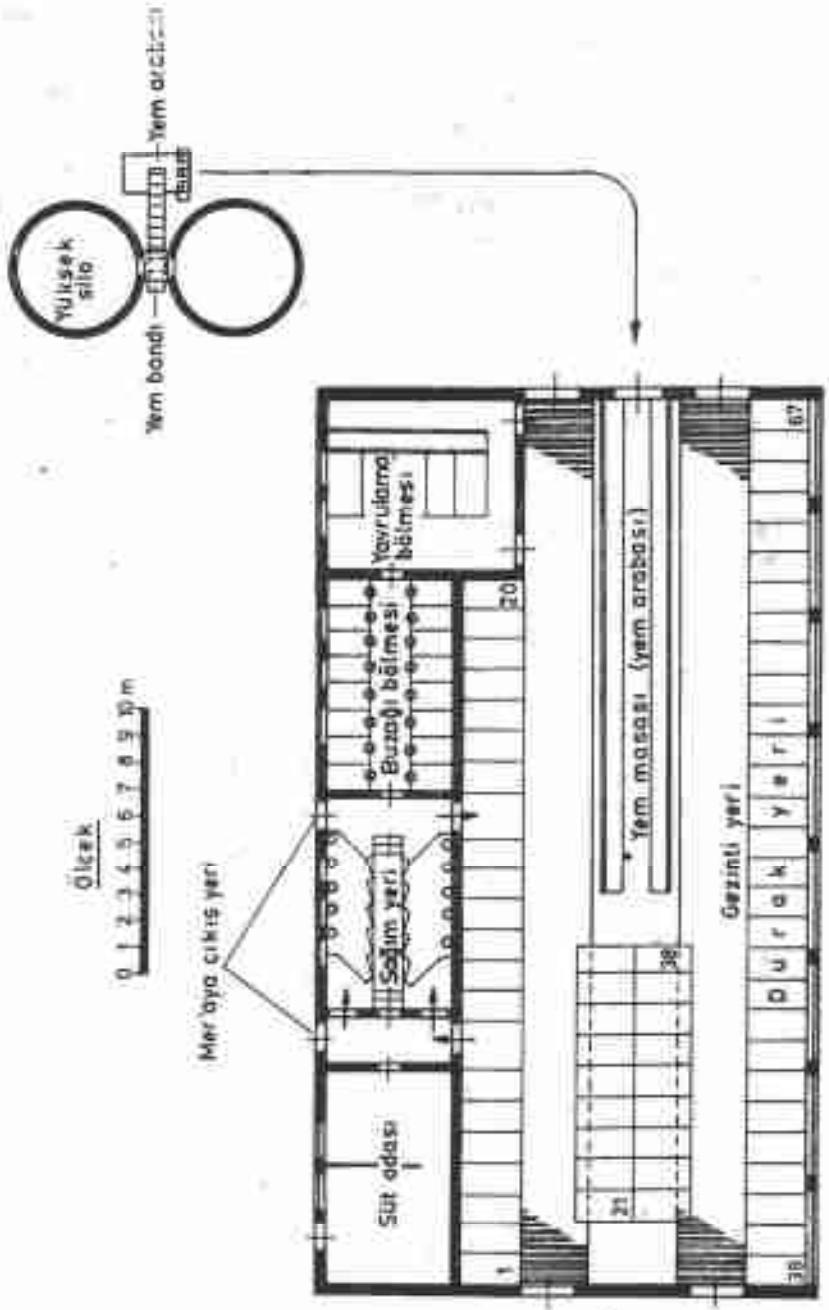
Sonuç: a) Akümlatör veya pil baryalarından beslenen elektrikli çıraklı; b) $a_d = 120$; $a_1 = 240$; $l_t = 3.024 \dots 3.168 \text{ m}$

4.7.(4.) Bütünleme İlişkin Abyazmalar

4.7.1. Yüksekliği 3 m olan ve öteki ölçülerini şekilde 4'deki krokide verilmiş bulunan ahırları bölmeleri için elektriksel aydınlatma hesabı yapılacaktır. Tavanı beyaz, duvarları açık yeşil renkte olan ahırların, tavan ve duvarlarının yanıtma yeteneği iyi değildir. Tesisatı besleyecek şebekenin bir fazı ile nötr arası 220 V'luk işletme gerilimi bulunduğuına göre,

- Kullanılması gereken yansıtıcıların ve lambaların tipi, sayısı ve güçlerini bulunuz.
 - Bu aydınlatma tesisatının, hayvanların verimini yükseltmek ve iş verimini artırmak amacıyla, günde ortalama olarak 4 saat kullanacağı göz önünden bulundurarak, yıllık elektrik enerjini tüketimini ve bir yıl içinde elde edilecek ortalık enerjisinin değerini bulunuz.
- 4.7.2. Yarıçapı, ortalama olarak, 5 m olan bir tarımsal işletme ayısuunu ortasına dikilen direğe takılacak lambanın ölçü düzleminden olan uzaklığını $h = 5 \text{ m}$ olduğunu göre, direğe takılması gereken ışık kaynağının elektriksel güçünü bulunuz.
- 4.7.3. İç hacmi 300 m^3 olan bir ser'in havasının saatte en fazla 40 kez değiştirilmesi istenmektedir. Buna göre,

- Kullanılması gereken elektriksel havalandırıcıların havaya kapasitesini bulunuz.
 - Elektriksel havalandırıcıların elektriksel güçlerini bulunuz.
- 4.7.4. 50 tonluk elmasız muhafaza edebilecek bir soğuk hava deposu yapılacaktır. Muhafaza koşulları ve soğuk hava deposu ile ilgili öne veriler, ders kitabının "yayın no. 1342" "Elektriksel Soğutma Tekniği Ve Tarımlı Uygulamaları" adlı bölümünden yararlanarak belirlenecektir. Buna göre;
- Soğutma deposunun soğutma kapasitesini bulunuz.



Şekil 4.4 (4.7.1) Nolu apartmanı nihâî kochiller.

b) Soğutma makinesini çalıştıracak elektrik motorunun gücünü bulunuz.

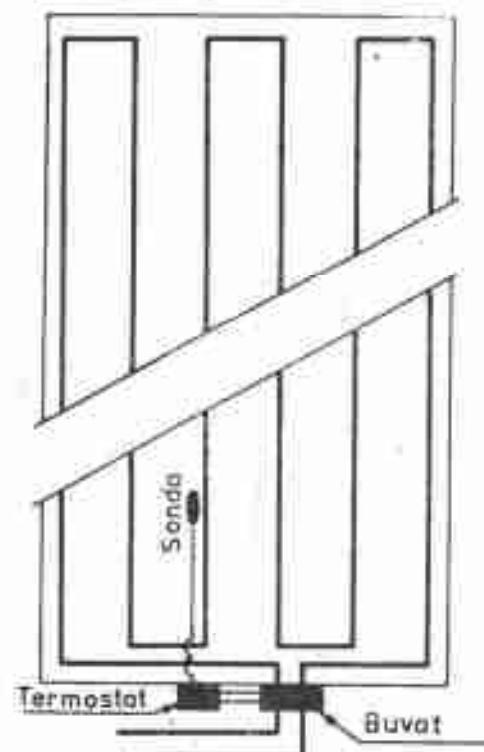
c) Bu depo içinde elma yerine domates ve fasulyenin muhafaza edilip edilemeyeceğini tartışınız.

4.7.5. Devre şeması şekil 4.5.'de verilmiş bulunan, boyutları (1 m), (2m) olan iki camlı (bölmeli) bir yastık içinde 20°C 'lik bir toprak sıcaklığı istenmektedir. Yetişirme devresinde korkulan en düşük toprak sıcaklığı -10°C olarak bilinmektedir. Toprak ıstıma tesisi, her gün, gece tarifesinin geçerli olduğu saatler olan 22-06 saatleri arasında 8 saat çalışabilecek durumdadır. Bu bilinenlere göre,

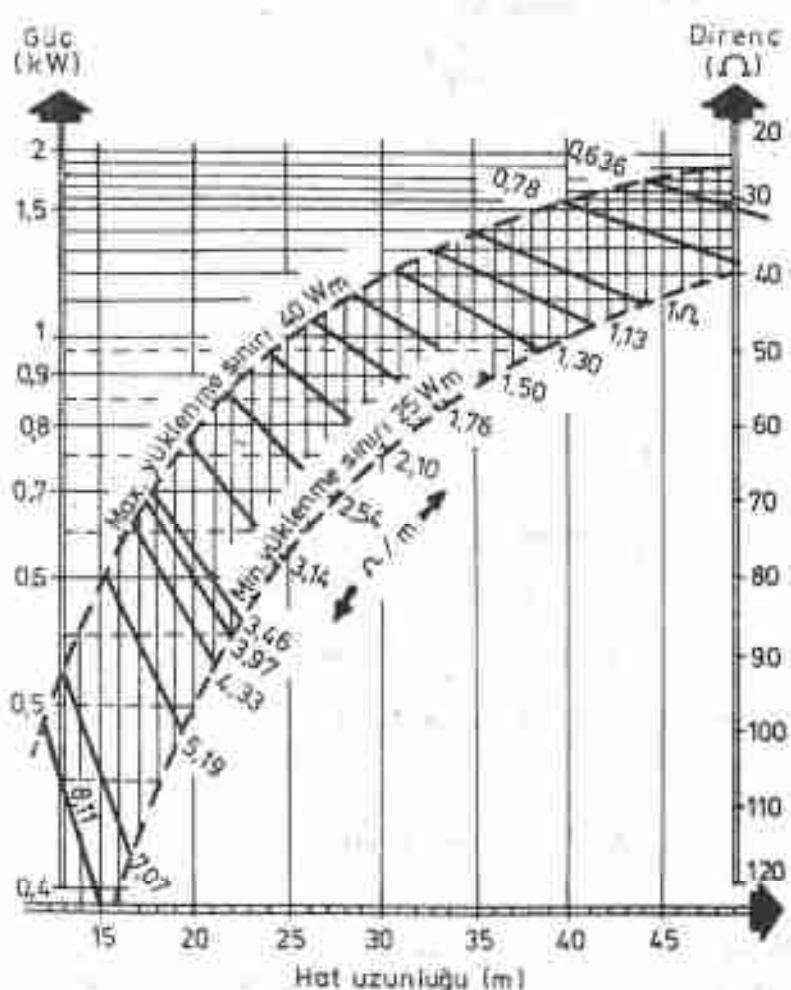
a) Toprak ıstıma tesisiin elektriksel gücünü bulunuz.

b) Toprak ıstıma devresinin ıvanslığını bulunuz.

c) Toprak ıstıma devresinde kullanılması gereken telin toplam direncini ve bir metrenin direncini, şekil 4.6.'daki abaktan yararlanarak bulunuz.



Şekil 4.5. (4.7.5.) No.Ju abartımıza ilişkin şema.



Şekil 4.7.5 (4.7.5) Nötr akıtmamaya ilişkin şabak¹⁾.

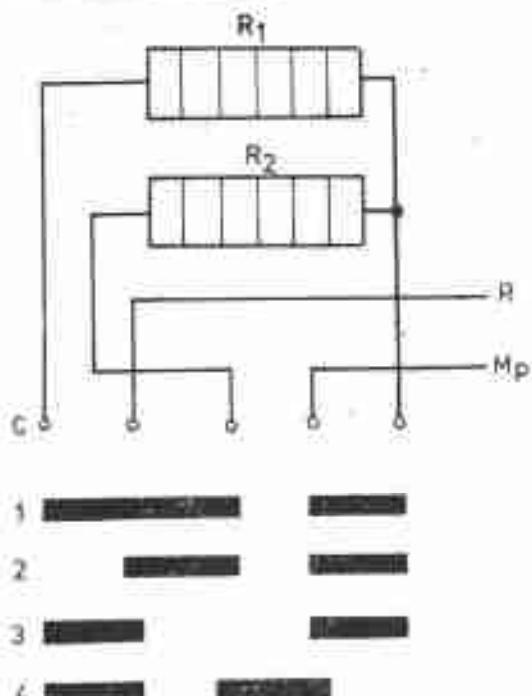
4.7.6. Devre şeması şekil 4.7'de verilmiş olanın bir elektriksel ısıtma tesisine ilişkin kademeli şalt düzeninin, her kademeinden elde edilemeyecek elektriksel güçü bulanız ($R_1 = 50 \Omega$, $R_2 = 30 \Omega$).

4.7.7. 220 V'a bağlanan 700 Wlik bir su kaynatıcının (planjörün) randimamı $\% 90$ 'dır.

- a) Elektrik enerjisinin birim fiyat: 10 TL/kWh olduğuna göre, bu planjörde 10°C deki 1,5 litre suyun meahlığını, Ankara koşullarındaki kaynama derecesine çıkartmak için gereken elektrik enerjisini bulunuz.

¹⁾ Bu şabak, P. Chauvier'den alınmıştır.

b) Isıtma süresini bulunuz.



Şekil 4.7. KademeliOLT düzüm.

- 4.7.8. % 90 yükü olarak günde ortalama 8 saat çalışması sırasında 11 ton samsan doğrayabilen bir makineye takılabilir elektrik motorunun gücünü bulunuz.
- 4.7.9. Günde ortalama olarak 20 000 yumurtayı sınıflandırabilecek bir yumurta sınıflandırma makinesinin, birim elektrik enerjisi satıfı 10 TL/kWh olduğuna göre, günlük elektrik enerjisi masrafını bulunuz.
- 4.7.10. Yukarıya kaldırıcı bir düzen için uygun güçte elektrik motorunun seçimi gerekmektedir. Deneme amacıyla, bu iş makinesine, elde bulunan 15 kW'lık, üç fazlı (trifaze) bir asenkron motor takılıyor. Denemede bir vatmetre kullanıyor. Değer alma sırasında deneme motoru ile vatmetre arasındaki tüm elektriksel tüketiciler devreden çıkartılıyor. Denemedede, vatmetre ibresi 8...12 değerleri arasında oynuyor. (Ortalama ibre değeri olarak 10 alınabilir). Bir ibre değerinin 200 W/k güç gösterdiği, vatmetrenin karakteristikler tablosundan okunmuştur. Bu bilinmelerle göre, elektrik motoru iş makinesine akuple edilebilir mi?

- 4.7.11. Bir tarım işletmesine, ön etütler yapıldıktan sonra, içsel tarım kesiminin gereksinimini sağlamak üzere, bir elektropompaj tesisi kurulacaktır. Elektropompaj tesisiyle, ortalama manometrik yüksekliği 25 m olacağlı sanılan bir tesisenin çıkartılacak su量ıyla işletme içindeki 8 kişinin, 20 inergin, 10 atın ve 2 traktörün tümü su gereksinimi karşılaştıracaktır. Öteki değerleri piyasadaki tesislerden alarak;
- Bu işletme için seçilmesi gereken elektropompaj tesisinin gücünü bulunuz.
 - Elektropompaj tesisiyle çıkartılacak 1 m³ su için harcanacak elektrik enerjisini bulunuz.
- 4.7.12. Karakteristik değerleri; 1,4 kW, 12 A, 220 V, $\cos \varphi = 0,78$ olan bir fazlı (monofaze) alternatif akım motorunun güç faktörü ($\cos \varphi$), 0,90'a kompanse edilmek -yükseltmek- istenmektedir. Gerekli olan kondansatör kapasitesini bulunuz.
- 4.7.13. 3,5 Ω'luk dirence sahip olan bir röle, 4 tane seri olarak bağlanmış bir pil baryasyonu bağlanıyor. Pillere herbirinin adı gerilimi 1,56 V ve iç direnci de 0,25 Ω'dur. Bu bilgilere göre,
- Betken direncini ihmal ederek, tesisin toplam direncini.
 - Rölenin kaç amperle çalıştığını.
 - Pil baryasyonun kaç V'luk işletme gerilimi verdigini, bulunuz.
- 4.7.14. Bir Edison akümülatör hücresinin ortalama dolma (şarj) gerilimi 1,67 V'dur. Dolma, 22,5 A ile 7 saat sürüyor. Aynı akım şiddetiyle, hücre, 5 saat içinde boşalıyor (deşarj oluyor). Bu sırada ortalama boşalma gerilimi 1,2 V bulunuyor. Bu bilgilere göre vatsaat randırmamını bulunuz.
- 4.7.15. $V_B = 1,1$ litrelik toplam strok hacimli bir tarım traktörünün Diesel motoru, direkt püskürmeli ve kizdırma bujisiz olduğuna göre, bu traktör motoruna takılması gereken marz motorunun gücünü ve akümülatörün kapasitesini bulunuz.
- 4.7.16. 20 W gücündeki bir elektrikli çit tesisinin çit akım devresindeki gerilimi, 5 000 V'tur. Bu devreye dokuman hayvan ve insanların şok etkisi aldıkları halde ölmemelerinin veya arızalanmalarının nedenlerini, sayısal değerlere bağlı kalarak, açıklayınız.

5. TARIM İŞLETMELERİNDE YAPILAN ELEKTRİKSEL EMNİYET DÜZENLERİ

5.1. Düşük Gerilim Kullanım

Örnek 5.1.1. 24 V'la çalışacak bir toprak ısıtma tesisinden istenen elektriksel güç 1 118 W, akım devresi uzunluğu da 32 m olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.1'deki abaktan yararlanarak,

- Kullanılması gereken, galvanizli demirden yapılmış ısıtma iletkeninin toplam direncini bulunuz.
- Çıplak olarak düşenecek bu iletkenin bir insan dokunduğu zaman, en kritik koşullarda, insan üzerinden geçebilecek akım şiddetini bulunuz. Bu büyüklükteki akım şiddetinin insan için zararlı olup olmayacağı açıklayınız.

Cevap:

- Abak değerlerine göre,

$$R_m \geq 0,515 \Omega$$

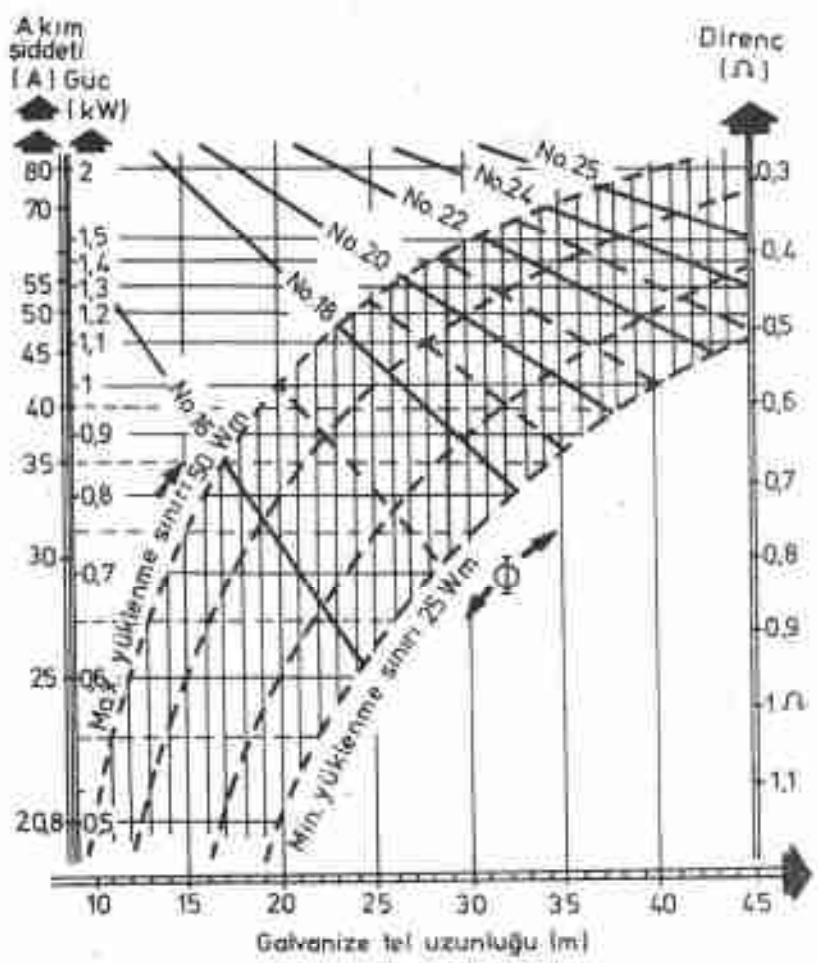
- En kritik durumda insan direnci 3 500 Ω olduğuna göre,

$$I = \frac{U}{R} = \frac{24}{3\,500} = 0,0069 \text{ A} = 6,9 \text{ mA}$$

$6,9 \text{ mA} < 20 \text{ mA}$ olduğundan, insanlar için zararsızdır.¹⁾

Sonuç: a) $R_m \geq 0,515 \Omega$; b) $I = 6,9 \text{ mA}$, zararsızdır.

¹⁾ 65 V'tan daha düşük gerilimli akım devrelerine sahip olan tesislerde çalışmada, vücuttan daima 20 mA'dan daha az akım geçer.



Şekil 5.1. (3.1.1.) Nafta ırmaklığı ilçeleri abak^{a)}.

5.2. Sigortalamak

$I_h = \frac{I_s}{2} = \frac{I_m}{\pi}$	I_h : Sigortalanmış erişimin kütahya akımı (kesinlikle akımı) (A) I_s : Elektrik motorlarının ilk hareket akımı (A) I_m : Sigortalanmış ve elektriksel tüketicilerin (elektrik motorlarının) ertesine giren devrişen katıları (Alman normunu giren, otomatik sigortalar için $\approx 1.25 \dots 1.6$; erişme telli sigortalar için $\approx 3.5 \dots 1.6$)
$I_s = \frac{n \cdot I_1}{m \sum I_i + I_s}$	I_s : Sigortalanmış erişimin kütahya akımı (kesinlikle akımı) (A) m : Tüketicilerin ertesinin enkazmanı faktörü n : Tüketici sayısı I_1 : Yol alımı sırasında en büyük akım ertesine sahip olan tüketicinin ilk erteset akımı (A) I_i : Otaklı tüketicilerin erteset akımı (A)

^{a)} Bu abak, P. Chomier'den alınmıştır.

Örnek 5.2.1. Bir süt sağma makinasını çalıştıran ve güçü 1,1 kW olan, direkt yol alan, üç fazlı kısa devre rotorlu asenkron bir motor için seçilmeli gerekken ergime telli sigortasını;

- Tipini;
- Sayıunu;
- Anma akımını ve kesme akımını.

bulunuz.

Cözüm :

- Yol vericiye, kısa devre rotorlu motorlar için tembel (atlı) sigortalar kullanılmış gerektiğinden, bu motor için kullanılacak ergime telli sigortaların tipi de tembel olacaktır.
- Motor üç fazlı olduğundan, her faz için birer tane olmak üzere, toplam olarak, üç sigorta kullanılması gereklidir.
- Anma akımı etvel değerlerinden yararlanarak (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 1342" sayfa 200, etvel 8.1), bulunabilir:

$$I_n = 6A$$

Kesme akımı, $I_k = \pi \cdot I_n$ eşitliğinden yararlanarak bulunabilir:

$$I_k = 3,5 \cdot 6 = 21A$$

Sonuç : a) tembel; b) üç adet; c) $I_n = 6A$, $I_k = 21A$

5.3. Topraklamak ve Sıfırlamak

$R_g \leq \frac{63V}{I_{ng}}$	R_g : En az 50 topraklamasına direnç (Ω)
	I_{ng} : Sigortanın kesme akımı (A)
$R_t \leq \frac{63V}{I_{ngm}}$	R_t : İşletme topraklamasına direnç (Ω)
	I_{ngm} : Devreden bahseden en büyük tüketiciye ilişkin sigortanın kesme akımı (A)
$R = C \cdot \frac{2}{\alpha}$	R : Bir topraklayıcıya ait direnç (Ω)
	C : Form sabitesi (birimiz); lesba şeklindeki topraklayıcılarında $C = 0,25$, çubuk şeklindeki topraklayıcılarında $C = 1$, tel veya halat şeklindeki topraklayıcılarında $C = 2$
	α : Toprakın əsgili direnci (Ωm) (bataklı axanlarında 30 Ohm; halak, tarla toprağından: 100 Ohm; nemli kum içen: 200 Ohm) (Özki dövrefi için bakınız, ders kitabı "yayın no 1342" sayfa 201, etvel 6.2)
	n : Topraklayıcının en böyük ölçüsü (m)

$R = \frac{I_p}{q} = \frac{i}{qR}$	$R = \frac{i}{qR}$
	Tel直径 (m) Tel uzunluğu (m)
	ρ : Özgül (spesifik) direnç; $\left(\frac{\Omega \text{mm}^2}{m} \right)$ (Alüminyum iletken için: 0,0286, Bakır iletken için: 0,01785) $\frac{R}{K}$: Telin kesit alanı (mm ²) Özgül iletken (özgül iletkenlik) $\left(\frac{m}{\Omega \text{mm}^2} \right)$ (Alüminyum iletken için: 35, Bakır iletken için: 56)

Örnek 5.3.1. 320/380 V'luk sekonder gerilimli ayrı bir transformator sahip olan bir tarım işletmesinin en büyük elektriksel tüketisinin motor karakteristikler tablosundan (güç tablosundan) 12BG; 220/380 V; 19,5A; $\cos \varphi = 0,83$ değerleri alınmıştır. Motorun, ana dağıtım hattına 65 m uzunluğundaki bir bakır iletkenle bağlanması gerekmektedir. Bu bilinenlere göre;

- a) Gerilim düşmesinin $U_0 = 3,5$ olmasa istendiği gör önde tutularak iletken kesitini hesaplayınız.
- b) Elektriksel emniyet düzenleriyle ilgili olarak;
 - Bir kolun gürvde kontağındaki hata akımını.
 - Sigortaların atılaması halindeki hata gerilimini.
 - 0,8 m kenar uzunluğundaki ve plaka şeklindeki topraklayıcıların tari toprağına gömülmüşeyle yapılacak olan topraklama tesisinin karakteristik değerlerini bulunuz.
- c) Topraklama tesis yerine sıfırlama tesis yapılığına göre, (ba) ve (bb) sıklarının sonuçlarında olabilecek değişikliği bulunuz.
- d) Topraklama ve sıfırlama aynı anda yapıldığına göre, (ba) ve (bb) sıklarında olabilecek değişikliği bulunuz.

Cözüm:

- a) Önce, çekilen güçün bulunması gereklidir:

$$N = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 380 \cdot 19,5 \cdot 0,83 \approx 10.650 \text{ W} = 10,65 \text{ kW}$$

$$\frac{100,1N}{z \cdot P \cdot U^2 \cdot \cos^2 \varphi} \text{ eşliğinde, bilinenler yerine yazılıarak,}$$

iletken kesit alanı bulunabilir:

$$F = \frac{100,65 \cdot 10 \cdot 650}{56,5 \cdot 5 \cdot 380^2 \cdot 0,03^2} = 3,55 \text{ mm}^2 \xrightarrow{\text{(norm)}} 4 \text{ mm}^2 = q$$

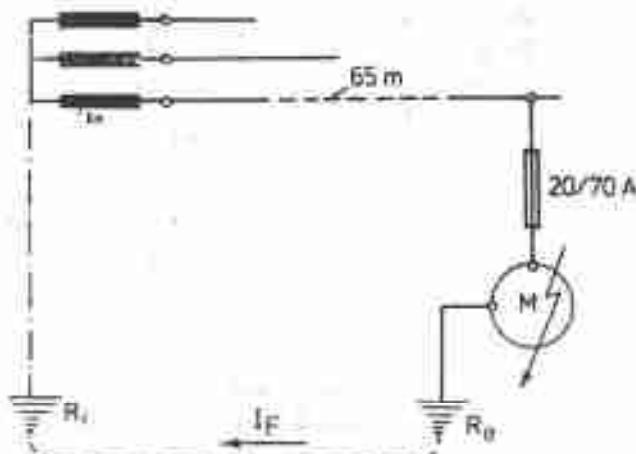
ba) $I_a = 3,5 \cdot I_b = 3,5 \cdot 20 = 70 \text{ A}$

Topraklayıcıların direnci: $R_0 = R_t = \frac{65}{I_a} = \frac{65}{70} = 0,93 \Omega$

Betken direnci: $R = \frac{l}{\pi \cdot q} = \frac{65}{56,4} = 0,29 \Omega$

Sekil 5.2.'den yararlanarak ve üç direncin seri bir devre oluşturduğu göz önünde tutularak, aşağıdaki eşitlik yarınabilir:

$$R = 0,93 + 0,29 = 1,22 \Omega$$



Sekil 5.2. Topraklama trafi.

R ve U_p değerleri göz önünde tutularak, bir kolun gavde kontağındaki hata akımı bulunabilir:

$$I_F = \frac{U_p}{R} = \frac{220}{1,22} = 182 \text{ A}$$

$182 \text{ A} > 70 \text{ A}$, yani $I_F > I_a$ olduğundan, topraklama dirençleri hesaplanan değerlerde olduğu sürece, sigortalar emniyetle çalışır (star).

bb) Sigortaların atmaması durumunda, hata gerilimi, aşağıdaki eşitlikten yararlanarak bulunabilir:

$$U_F = I_F \cdot R_e = 182 \cdot 0,93 = 168 \text{ V}$$

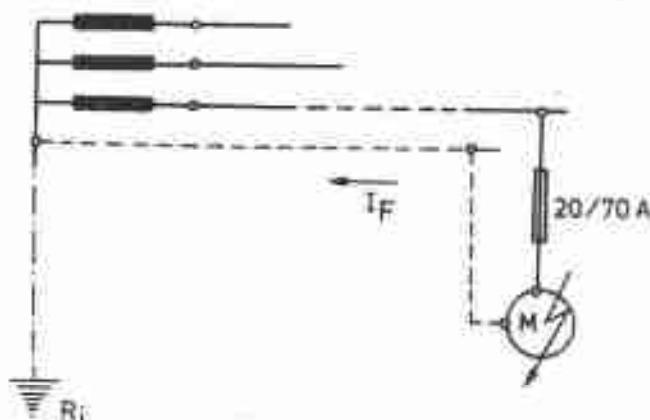
be) Bir topraklayışının direnci etvelden ρ 'nın değeri alınarak (bakınız: Ders kitabı "yayın no. 865" sayfa 201, etveld 3.2), aşağıdaki eşitlige göre bulunabilir:

$$R_{\text{et}} = \frac{C_p \rho}{n} = 0,25 \cdot \frac{100}{0,8} = 31,25 \Omega$$

R_{et} ve R_e değerleri göz önünde tutularak, plaka sayısı hesaplanabilir:

$$n = \frac{R_{\text{et}}}{R_e} = \frac{31,25}{0,93} = 34$$

c) Sıfırlama yapıldığında, bir kolun gövde kontağındaki hata akımı (I_F), şekilde 5.3'den de yararlanılarak bulunabilir:



Şekil 5.3. Sıfırlama testi.

$$R = 2,029 = 0,58 \Omega$$

$$I_F = \frac{U_p}{R} = \frac{220}{0,58} = 380 \text{ A}$$

$380 \text{ A} > 70 \text{ A}$, yani $I_F > I_a$ olduğundan, sigortalar daha emniyetle çalışır (atar).

Sıfırlama yapıldığında, sigortaların atmaması halindeki hata gerilimini, aşağıdaki gibi hesaplanabilir:

$$U_F = I_F \cdot R = 380 \cdot 0,29 = 110 \text{ V}$$

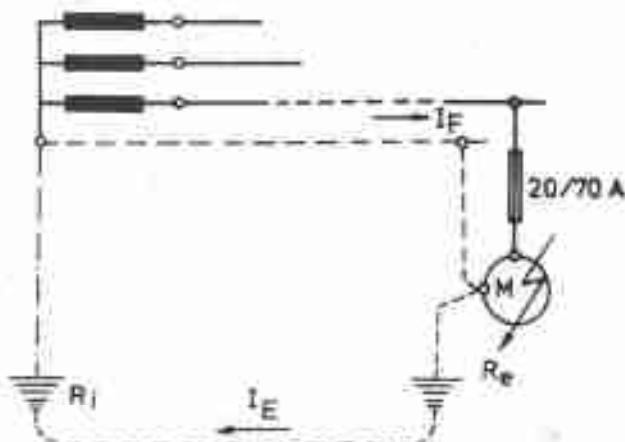
q) Topraklama ve sıfırlama aynı anda yapıldığına göre, hir kolun gövde kontağındaki hata akımı (I_F), şekil 5.4'den de yararlanarak bulunabilir:

$$R_e = R_t = 2 \Omega$$

$$R = 0,29 + \frac{0,29,4}{4,29} = 0,29 + 0,27 = 0,56 \Omega$$

$$I_F = \frac{U_0}{R} = \frac{220}{0,56} = 393 A$$

$393 A > 70 A$, yani $I_F > I_s$ olduğundan, sigortalar çok daha emniyetle çalışır (atar).



Şekil 5.4. Topraklama ve sıfırlama bir arada.

Topraklama ve sıfırlama aynı anda yapıldığına göre, sigortaların atınaması halindeki hata gerilimi (U_F). aşağıdaki eşitliklere göre bulunabilir:

$$I_F = I_F \cdot \frac{R_p}{R_{eq}} = 393 \cdot \frac{0,27}{4} = 26,5 A$$

$$U_F = I_F \cdot R_p = 26,5 \cdot 2 = 53 V$$

Bu son haldeki emniyet koşulları çok daha uygundur.

Sonuç: a) $3,55 \text{ mm}^2$ (norm) $\rightarrow 4 \text{ mm}^2$; b) $102 A$; b) $95 V$;
b) 34 adet plaka; c) $380 A$, $110 V$; d) $393 A$, $53 V$

5.4.(5.) Bölümne İliskin Aşırmalar

5.4.1. Traktörlerde kullanılan 12 V'luk bir akümalatör devresine insan girerse, en kritik durumda:

a) İnsan üzerinde geçebilecek akının şiddetini bulunuz.

b) Bu değerdeki doğru akının insan için zararlı olup olmayacağıni irdeleyiniz.

c) Traktör üzerinde bulunan ve akümalatörle beslenen endüksiyon bobininin sekonder geriliminin, insan yaşantısı için zararlı olup olmadığını irdeleyiniz.

5.4.2. Bir yem kırma makinasını çalıtırın 3 kW gücünde, yıldız üçgen şalterle yol verilen, üç fazlı (trifaze) kısa devre rotorlu asenron bir motor için seçilmesi gereken ergime telli sigortanın:

a) Tipini,

b) Sayısını,

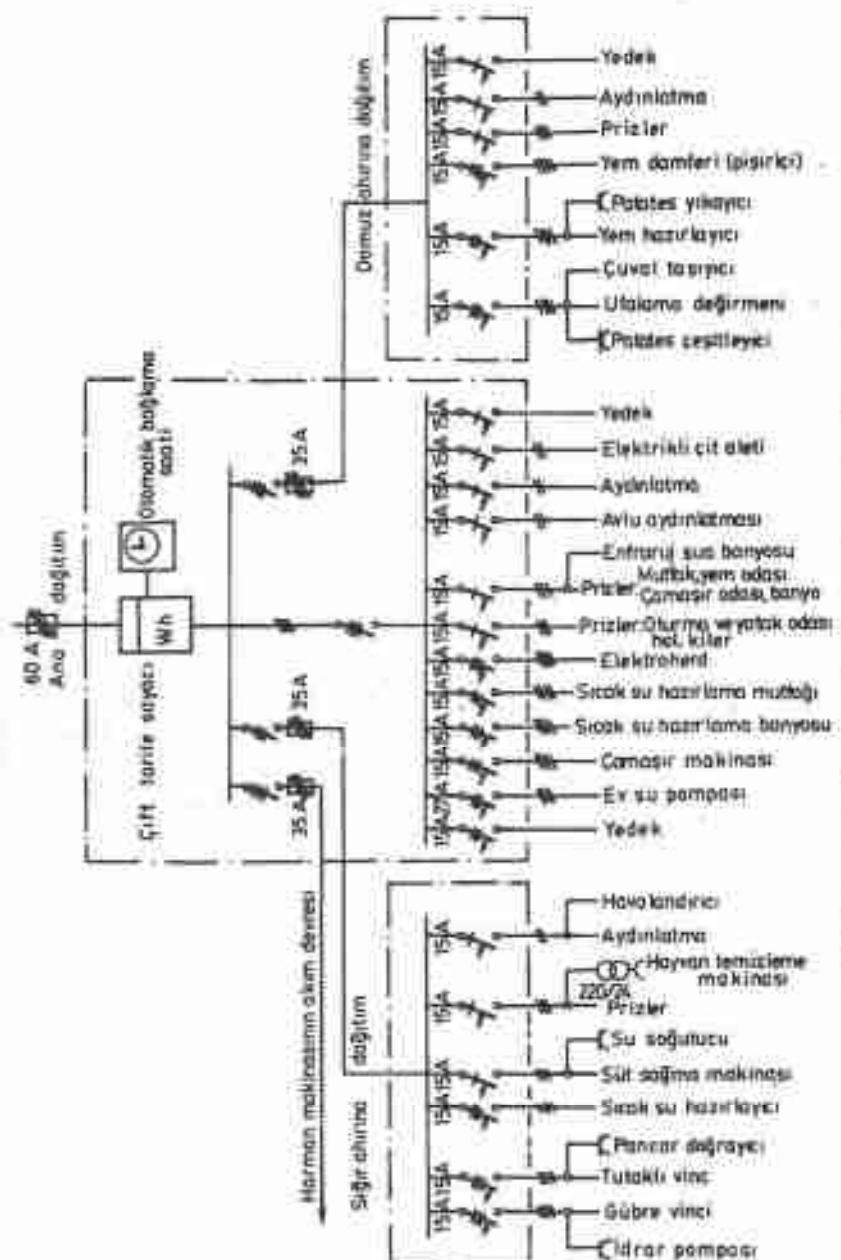
c) Anma akımını,

bulunuz.

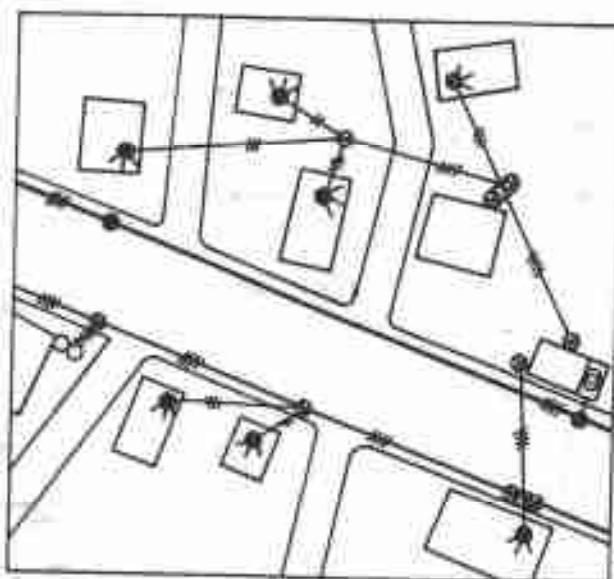
5.4.3. Yıldız üçgen şalterle yol verilen 4 kW'lık üç fazlı (trifaze) asenron bir motorun topraklama hattı, motorun çalışma yerinden 20 m ilerde bulunur ve en büyük hoya 1 m olan 12 plaksanın tarla toprağına gömülmüşeyle elde edilmiş bulunur bir topraklama tesisi'ne bağlanması istenmektedir. Topraklama tesisinin, bu motor için yeter büyütükte olup olmadığını irdeleyiniz.

6. ELEKTRİK TESİSAT RESİMLERİ

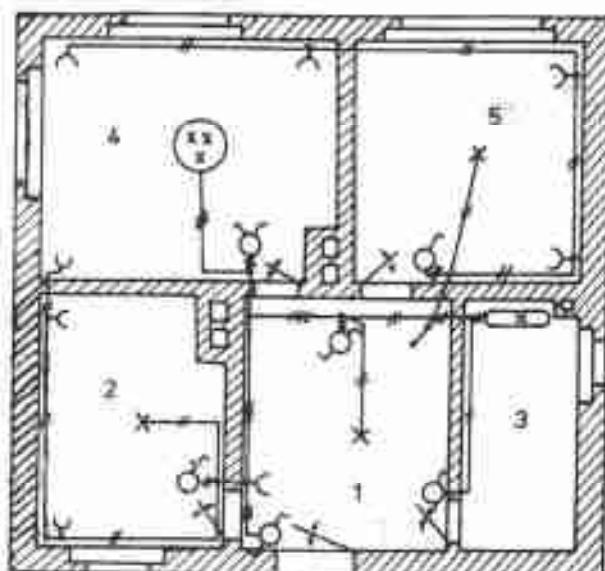
6.1. Elektrik Tesisat Resimlerine İlişkin Örnekler



Şekil 6.1. DIN 43710'u uygun bir doğrun: Venedik Rölyf'in hali gibi.



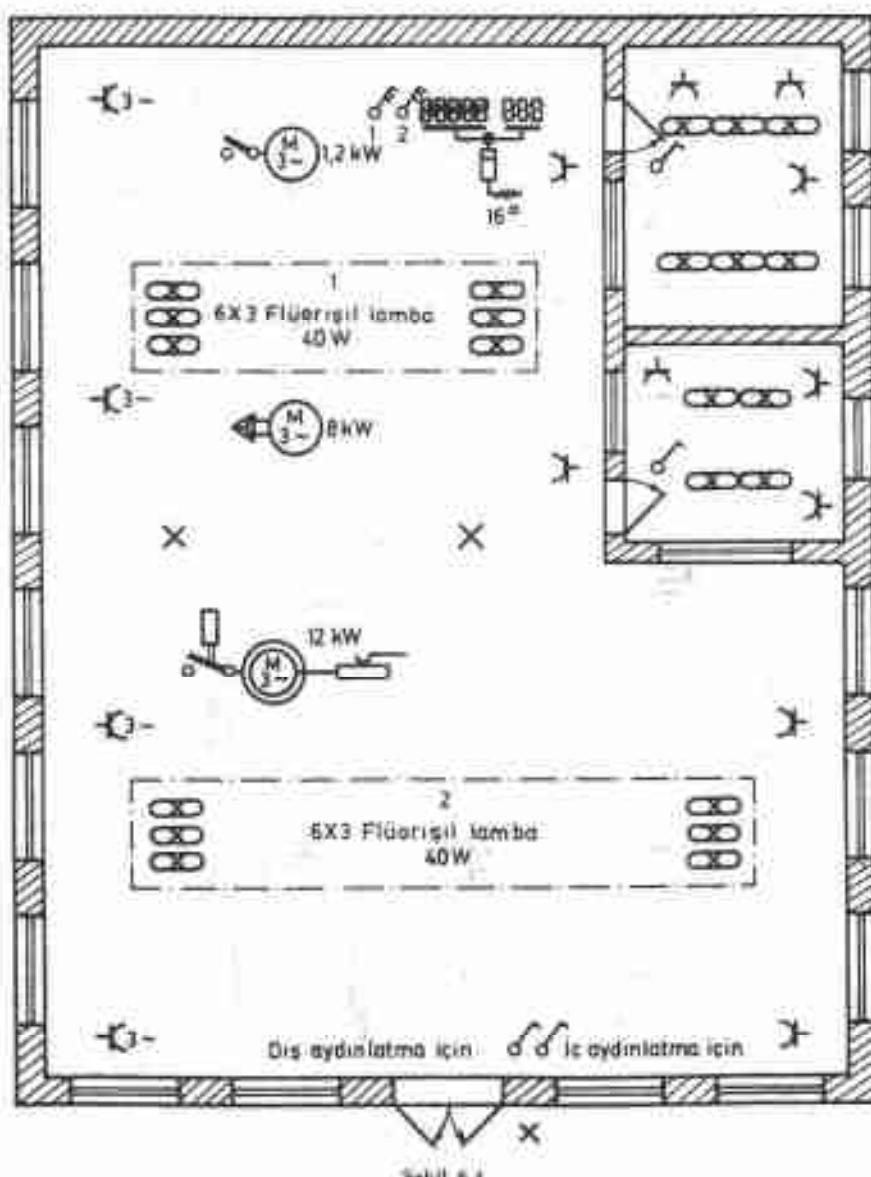
Sekil 6.2. Dry testci.



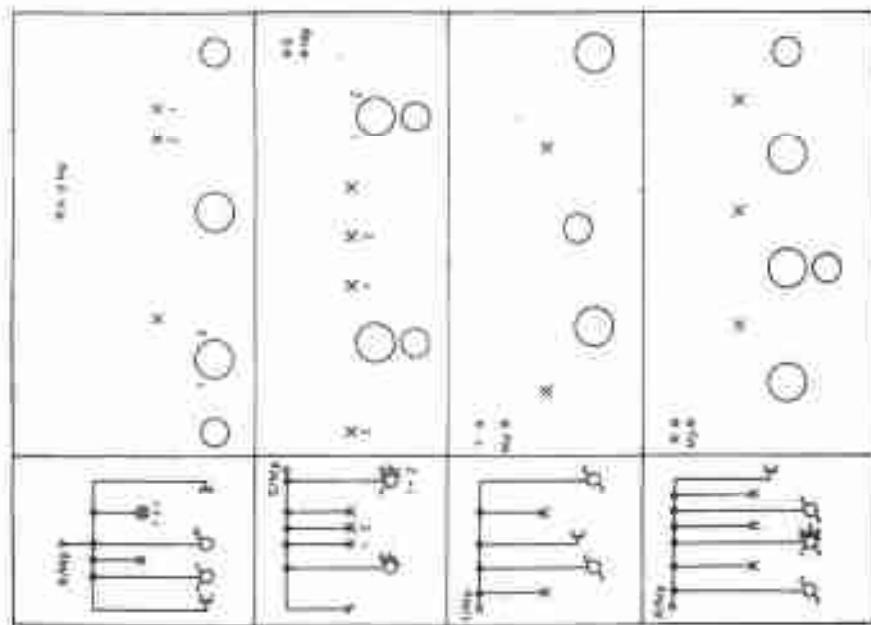
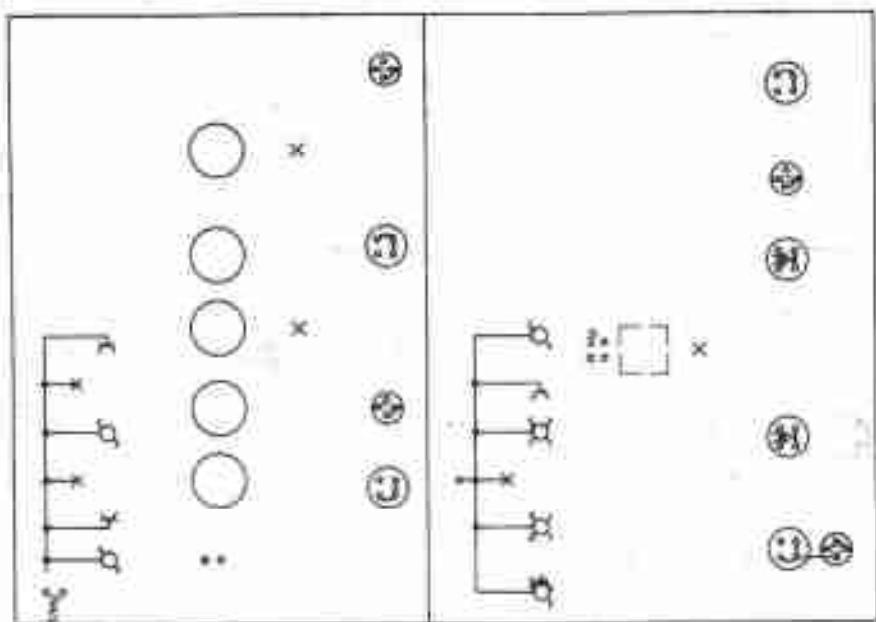
Sekil 6.3. Liquid testci.

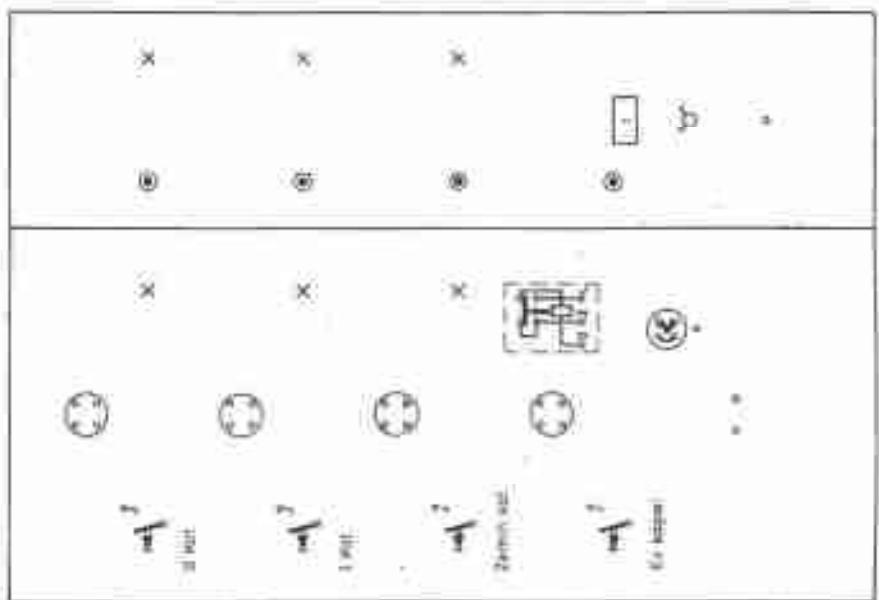
6.2.(6.) Böltüm İlişkin Aşçılıkmalar

6.2.1. Şekil 6.4...6.11.'de, verilen tesisat resimlerini tamamlayıp detay resimlerini çiziniz.

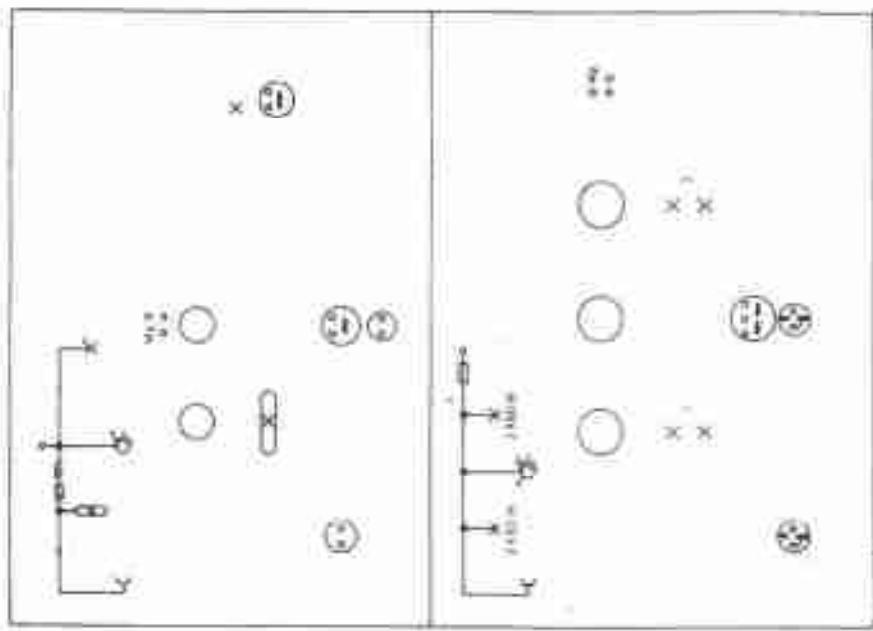


Şekil 6.4.

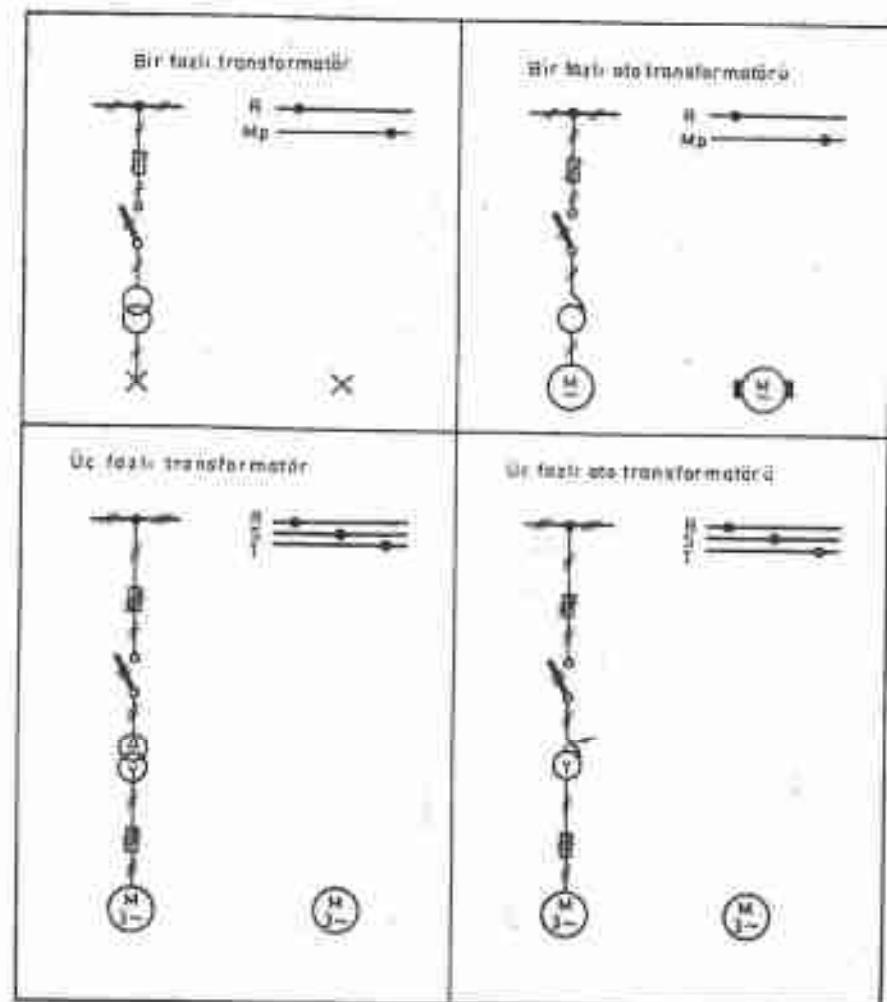




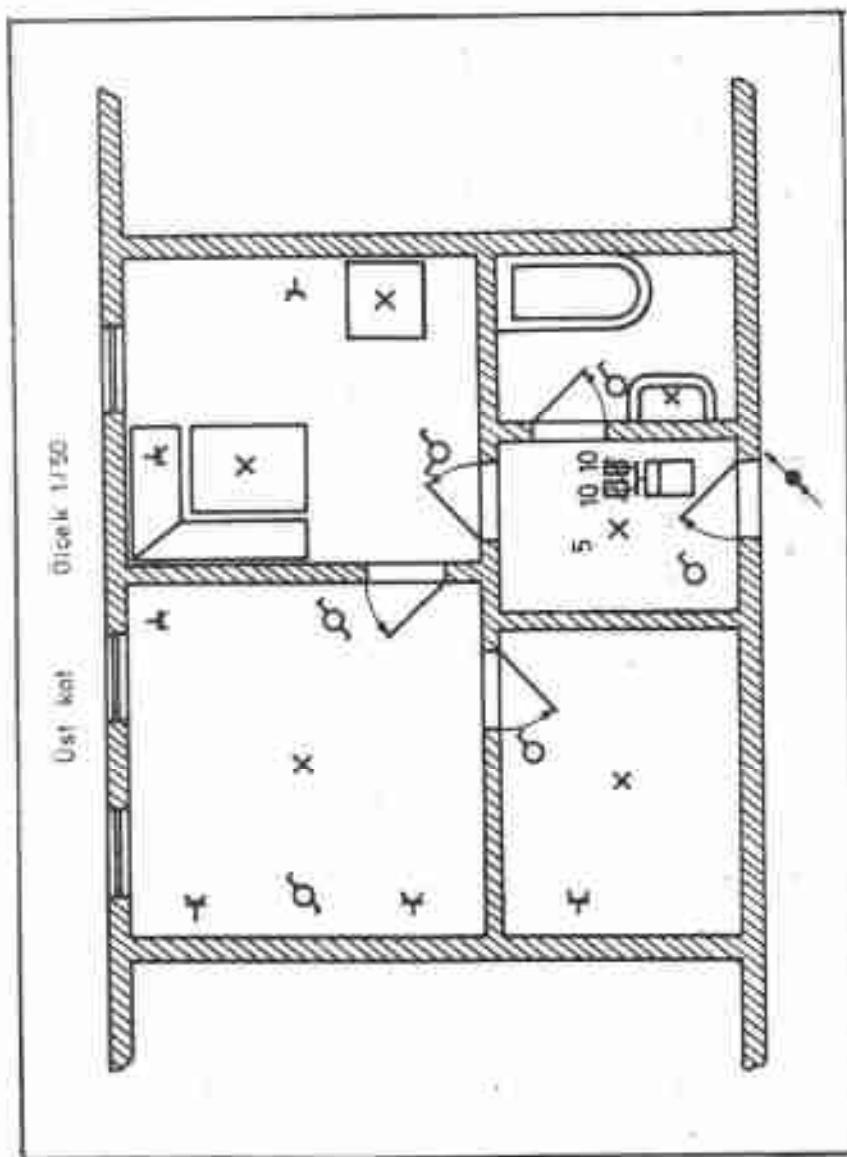
पाली छ.

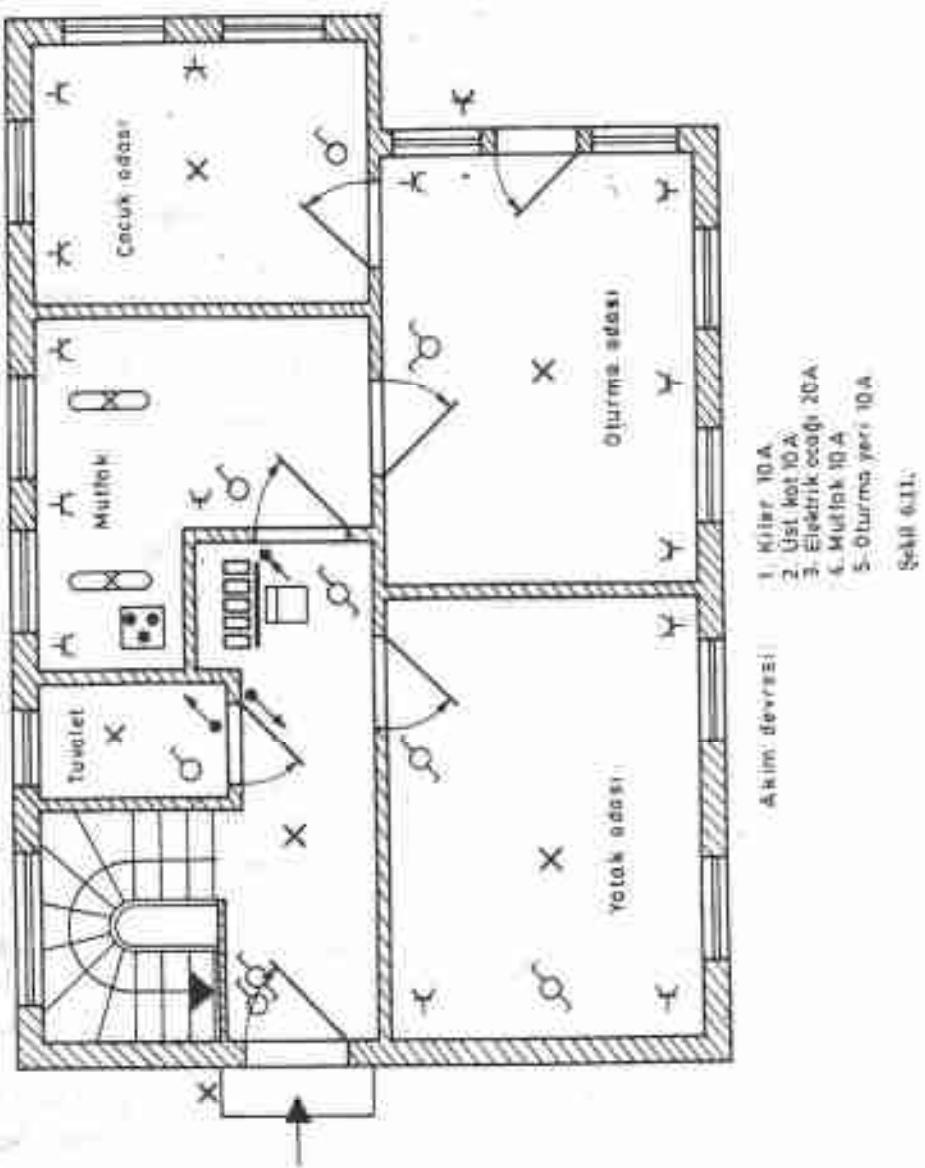


सिद्धि ए. ल.



Şekil 6.9.





7. K A Y N A K L A R

- 1- Canham, A. E., 1967. *Electricity in Horticulture*. The Macdonald Technicians and Crafts Series, London.
- 2- Chaumier, P., 1959. *Le Chauffage Électrique en Horticulture*, 4^e édition. Édité par Sodel, Paris.
- 3- Chaumier, P., 1960. *L'Électricité à la Ferme*. Édité par Sodel, Paris.
- 4- Deserzalille, B., 1968. *Le Conditionnement des Locaux d'Elevage*. Édité par Sodel, Paris.
- 5- DIN 18910 Blatt 1.2.
- 6- Électricité de France. *L'Électricité en Horticulture*. Électricité de France Direction de la Distribution, Paris.
- 7- Électricité de France, 1968. *Le Rafraîchissement des Serres*. Imprimerie Peloux et Cie, Marseille.
- 8- Fiegel, G., 1962. *Die Elektrotechnik für den Maschinenbau*. Carl Hanser Verlag, München.
- 9- Friedrich KdT u. a., 1959. *Elektroenergie in landwirtschaftlichen Betrieben*. Veb Verlag Technik, Berlin.
- 10- Gabler, E. und M. Köhler, 1963. *Elektro-Rechnen*. I. und II. Teil. Holland und Josenhans Verlag, Stuttgart.
- 11- Heiligenstein, H., 1964. *Elektrische Geräte für Haushalt und Gewerbe*, zweite Auflage. Fachbuchverlag Dr. Pfanneweber u. Co. Giessen.
- 12- Heim, T., - W. Weber und W. Feuerstein, 1964. *Fachzeichnen für Elektriker*. R. Oldenbourg Verlag, München.
- 13- Hientan, T.E. - D. E. Wiant and O. A. Brown, 1958. *Electricity in Agricultural Engineering*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 14- Hildebrand, S. und C. Markert, 1967. *Zeichnungen und Darstellungen in der Elektrotechnik*. Veb Verlag Technik, Berlin.

- 15- Honig, H., 1964. *Energiewirtschaftliche Bedarfsschätzungen für die Anwendung von Elektrizität im landwirtschaftlichen Betrieb*. Inaugural-Dissertation. Aus dem Institut für Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- 16- Kadayıfçilar, S. ve G. Yavuzcan., 1967. *Ec İdareni İle İlgili Alet ve Makine Bilgisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 284, Ders Kitabı: 100, Ankara.
- 17- Mannesmann-Landtechnik, 1968. *Berechnungsanlagen*. Herausgeber: Mannesmann Landtechnik Abteilung der Mannesmann-Rohrleitungsbau GmbH, Düsseldorf-Nord.
- 18- Pappeltz, C.L., 1961. *Die Wirtschaftlichkeit der Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft*. Landwirtschaftsverlag GmbH, Hiltrup (Westf.).
- 19- Perrot, H., 1966. *Handbuch der Berechnungstechnik*. Perrot-Rechnerbau GmbH und Co., Calw/Württ.
- 20- Sönmez, F., 1962. *Tesisat*. İkinci baskı. Ankara Matbaası, İstanbul.
- 21- Yavuzcan, G., 1983. *Tarımsal Elektrifikasiyon*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 865, Ders Kitabı: 232, Ankara.
- 22- Yavuzcan, G., 1975. *Elektrifizierungsgrad und Mechanisierungsgrad der Türkischen Innenwirtschaft und Entwicklungsbedarfsnisse der Staatlichen Produktionsgüter*. Bericht von 7. Internationalen Arbeitstagung, Elektrifizierung der Landwirtschaft, CIGR, Budapest.
- 23- Yavuzcan, G., 1975. *Tarım Kesiminin Elektriksel Güc ve Enerji Talebi Ve Sorunları*. Enerji Dünyası. Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi, Ankara.
- 24- Yavuzcan, G., 1973. *Tarımsal Elektrifikasiyon Uygulamaları Ve Bu Uygulamaların Ekonomimise Yapabileceği Katkular*. Dünya Enerji Konferansı Türk Milli Komitesi Köy Elektriklendirilmesi Simpozyumu Tebliği, No: 18, Ankara.
- 25- Yavuzcan, G. 1972. *Elektrik Enerjisi ve Tarımdaki Verimliliği*. Verimlilik Dergisi, Cilt: 1, Sayı: 4, Milli Produktivite Merkezi, Ankara.
- 26- Yavuzcan, G., 1971. *Tarımsal Motorisasyon ve Elektrifikasiyonun Değişen Özelliklerinin Saptanması Üzerinde Karşılaştırılmalı Bir Araştırma*. A.Ü. Ziraat Fakültesi yayınları: 510, Ankara.



ISBN 975-482-265-4