

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**



RAYLI SİSTEMLER

İLETKENLERİN MONTAJI

Ankara, 2010

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 05.09.2008 tarih ve 186 sayılı sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. İLETKENLER VE AYIRICI BÖLGELER	3
1.1. İletkenler ve Özellikleri	3
1.1.1. Seyir Teli	4
1.1.2. Portör Teli	6
1.1.3. Toprak Teli	6
1.2. Ayırıcı Bölgeler	8
1.2.1. Ekipman Bölge	8
1.2.2. Seksiyonman Bölge	9
1.2.3. Antişöminman Bölge	11
1.2.4. Nötr Bölge	12
UYGULAMA FAALİYETİ	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	20
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	21
2. PANDÜLAJ	22
2.1. Derülaaj Planı	22
2.1.1. Derülaaj Planında Olması Gereken Bilgiler	22
2.1.2. Derülaaj Planındaki Semboller	23
2.2. Pandül Boyları	23
2.3. Pandül Teli Aralıklarının Hesabı	24
2.3.1. Pandül Boylarının Tayini	24
2.3.1. Portör Fleşinin Hesabı	24
2.4. Pandül Tipleri	28
2.4.1. Normal Pandül	28
2.4.2. Y Halatı ve Anti Balansan Askı Pandülü	28
UYGULAMA FAALİYETİ	30
ÖÇME VE DEĞERLENDİRME	32
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	33
3. BESLEME İLETKENLERİ	33
3.1. Besleme Bağlantısının Önemi	33
3.2. Besleme İletkenlerinin Bağlantılarının Yapıldığı Yerler	33
3.2. 1. Seksiyonman Bölgede Besleme Bağlantıları	33
3.2. 2. Ekipman Bölgede Besleme Bağlantıları	34
3.2. 3. Portör ve Seyir Teli Arasında Besleme Bağlantıları	35
3.3. Besleme Teli Bağlantı Grifleri	37
3.4. Ankara – Eskişehir Arası 250 km/h. Yüksek Hızlı Katener Sistemi Değerleri	38
3.3. Katenerde Kullanılan İletkenler ve Özellikleri	40
UYGULAMA FAALİYETİ	46
ÖÇME VE DEĞERLENDİRME	48
MODÜL DEĞERLENDİRME	49
CEVAP ANAHTARLARI	50
KAYNAKÇA	51

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0045
ALAN	Raylı Sistem Teknolojisi
DAL	Raylı Sistemler Elektrik Elektronik
MODÜL	İletkenlerin Montajı
MODÜLÜN TANIMI	Raylı sistemlerde proje okuma, okuduğu projenin uygulamasını yapma yeterliğinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40 / 32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Derülay planını okuyup iletkenleri çekmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Standartların belirlediği kurallara uygun derülay planını okuyup iletkenleri çekebileceksiniz. Amaçlar 1. Seyir teli, portör, toprak ve fider iletkenlerinin çekimini yapabileceksiniz. 2. Pandülay yapabileceksiniz. 3. Besleme iletkenlerinin bağlantılarını yapacaksınız.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Donanım: Bilgisayar, tepegöz, projeksiyon, konuyla ilgili resim materyal ve makine elemanları, bağlantı elemanları Ortam: Sınıf, işletme, kütüphane, ev, bilgi teknolojileri ortamı (internet) vb. kendi kendinize veya grupta çalışabileceğiniz tüm ortamlar
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile günümüzde hızla gelişen ulaşım sektörünün bir kolu olan Raylı Sistemler alanında katener sistemlerindeki montaj karnelerini ve derülaj planlarını inceleyeceksiniz.

Raylı sistemler elektrifikasyonunun projelendirilme aşamalarından olan montaj karnesi ve derülaj planı, direklerin toprağa sabitlenmesinden sonra kateneri taşıyacak olan diğer elemanların teknik bilgi ve şemalarının verildiği planlardır. Yaptığınız işin çok hassas olması gerektiğini bilmeli, trenlerin hızlarının arttığı bir ortamda küçük bir hatanın nelere mal olacağının bilincinde olmalısınız.

Bu modül ile montaj karnesi ve derülaj planlarını okuyabilecek ve kazandığınız bilgileri uygulayabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

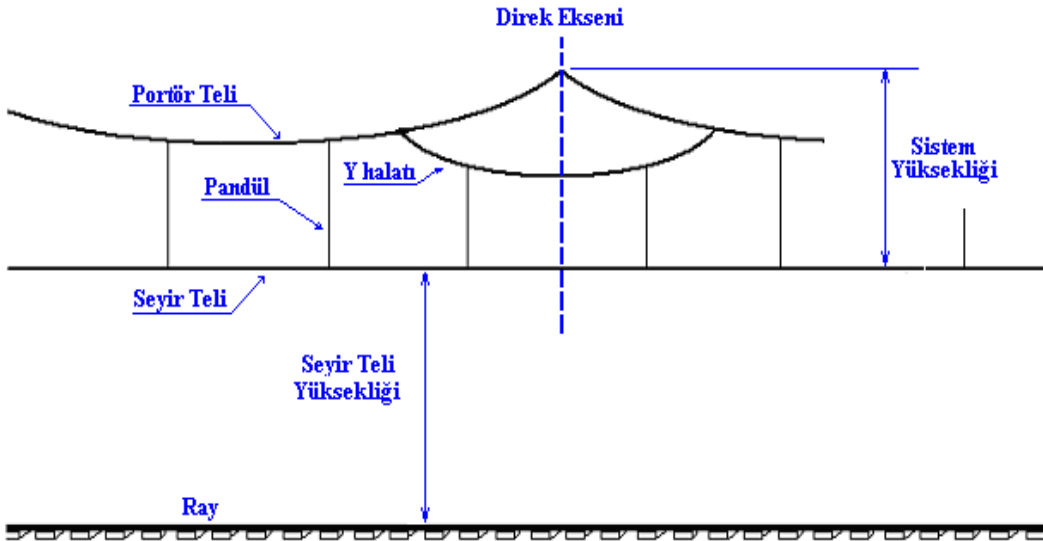
Gerekli ortam sağlandığında montaj karnelerinde gösterilen parçalara ait teknik bilgileri inceleyerek öğrenecek ve bu parçaları tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizde bulunan TCDD elektrifikasyon şefliklerini ve varsa tramvay metro gibi işletmeleri ziyaret ederek montaj konusunda araştırmalar yapınız.
- İnternet sitelerinden piketaj konusunda araştırmalar yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

1. İLETKENLER VE AYIRICI BÖLGELER

1.1. İletkenler ve Özellikleri

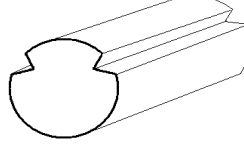


Şekil 1.1: Katener üzerindeki iletkenler

Katener tesisleri, elektriksel ve mekanik bir takım özelliklere sahiptir. Mekanik özellikleri bakımından her türlü iklim, çevre ve yol koşullarına dayanıklı olmalıdır.

Elektriksel özellikleri bakımından da demir yolu güzergâhı boyunca elektrikli lokomotiflere gerekli enerjiyi sağladığı için güvenli iyi bir iletken olmalıdır (Şekil 1.1).

1.1.1. Seyir Teli



Şekil 1.2: Seyir teli kesiti



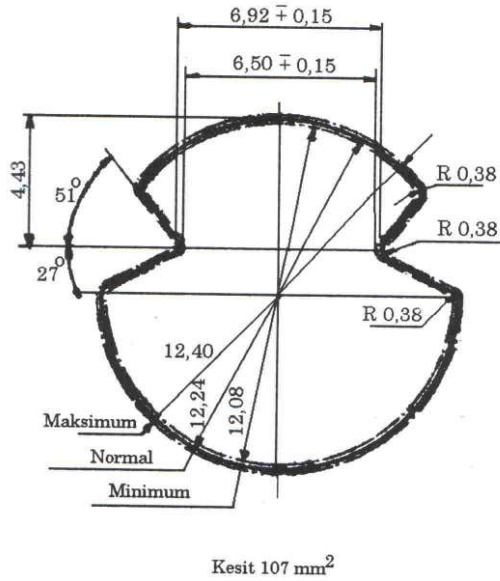
Resim 1.1: Pantografin seyir teline sürtünmesi



Resim 1.2: Seyir teli

Elektrikli lokomotiflerin pantografları vasıtasıyla katener hatlarına sürtünerek enerji aldıkları tele seyir teli denir. Seyir teli elektrolit sert bakırdan yapılmış olup kesiti katener hattından akan akıma ve azami hızlara göre değişir. 25 KV. 50 Hz. Sistemde 120 km/h ve 160 km/h hızlarda 107 mm² kesitli, 200 ve 250 km/h hızlı katener tesislerinde ise 120 mm² kesitli seyir teli kullanılmaktadır. Şehir içi 750 - 1500 V. DC raylı sistemler katenerlerinde 120 mm² veya 150 mm² kesitli seyir teli kullanılmaktadır.

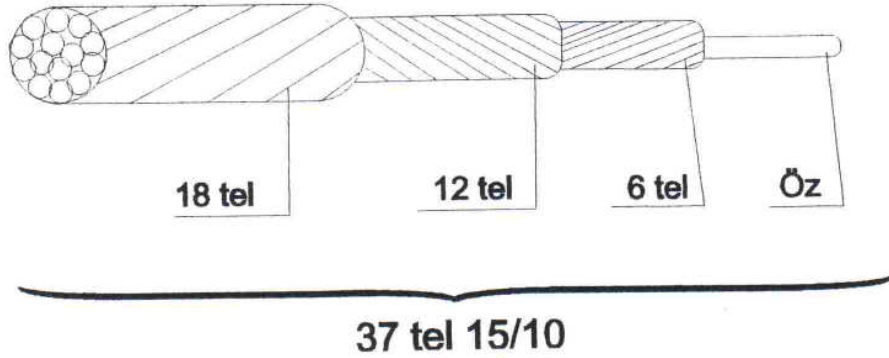
1.1.1.1. Mekanik Özellikler



Şekil 1.3: Seyir teli kesiti ölçüleri

Ülkemizde yaygın olarak kullanılan 107 mm² kesitli seyir telinin çapı 12,24 mm, cer kopma yükü 3905 kg metresinin ağırlığı 950 gramdır. % 98 iletkenliğe sahiptir.

1.1.2. Portör Teli



Şekil 1.4: Portör teli yapısı

Portör teli seyir telini taşıyan tel olduğundan bu tele taşıyıcı tel de denir. Portör iletkeninin iletkenliğinin iyi olmasından çok mekanik özellikleri daha önemlidir. Sistemde ihtiyaç duyulan kesiti artırmak bakımından seçilmez. Çelik özlü alüminyum olduğu gibi bronz (bakır ve kalay karışımı) da olabilir.

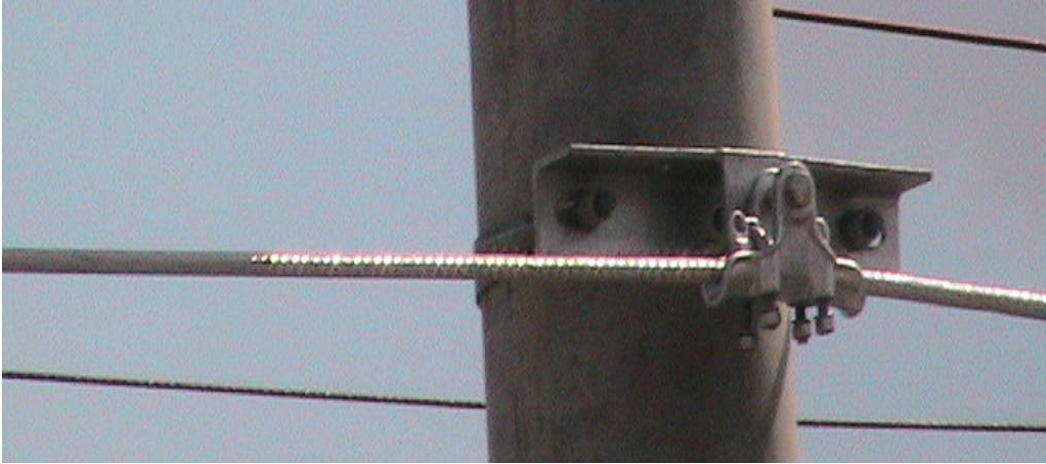
65 mm² kesitli bronzdan oluşan 15/10 37 telden meydana gelmiştir. Merkezî bir tel ve öz tarafında sol helezonvari sarılmış 6 telli birinci tabaka, bunun üstüne aksi yönde 12 tel sarılmıştır. Son olarak birinci tabaka ile aynı yönde sarılmak suretiyle tel oluşturulmuştur (Şekil 1.4). Etalon bakıra göre % 60 iletkenliktedir. Dış çapı 10,5 mm, cer kopma yükü 4300 kg, metresinin ağırlığı da 600 gramdır.

1.1.3. Toprak Teli

İki istasyon arası katener tesislerinde direkler üzerinde bulunan tüm metal parçalarının topraklamasının yapılması için katener direklerinin arka tarafından çekilen 62,44 mm² kesitindeki Al/Ç iletkenlerdir. Bu özellikteki iletkenlere “raven” adı verilir. Havai hat toprak iletkeni, direklerin yola göre arka yüzünden çekilerek nihayet direklerine ankrajlanır. Direkler üzerinde bulunan tüm metal parçalar ve direk, havai hat topraklama iletkenine Ø 8 mm’lik alüminyum iletkenle bağlanır. Havai hat topraklama teli maksimum 1000 metrede K3 tipi tek yaprak izolatörle izole edilir. İzole edilmiş havai hat topraklama iletkenleri bu etabın ortasındaki direkten topraklama kazıklarının bulunduğu priz grubuna bağlanarak telin toprakla bağlantısı sağlanır. TCDD tesislerinde genellikle Ø 10 mm’lik galvanizli çelik tel ile direkten prizlere irtibat yapılmıştır.



Resim 1.3: Topraklama iletkeni direk bağlantısı



Resim 1.4: Katener hattında kullanılan bir topraklama iletkeni ve

1.1.4. Fider Teli



Resim 1.5: Fider teli montajı



Resim 1.6: Fider teli montajı

Resim 1.7: Fider teli montajı

Fider iletkeni mevcut katener tesisinin iletken kesiti artırmak ya da işletme bakımından istasyon içerlerinde baypas olarak kullanılan tellere denir (Resim 1.5). Fider iletkenleri katener direklerinin arka tarafından veya üstünden özel bir montaj yapılarak çekilir. Fider teli montajları için fider teli ile enerjili katener arası minimum 200 cm olacak şekilde direk boyu ve parçalar seçilerek bağlantı yeri tespit edilir (Resim 1.6).

- Baypas fideri: Tek yollu hatlarda gerekli görülen istasyonlarda istasyon içinde bir arıza söz konusu olduğu zaman enerjinin devamlılığını sağlayan iletkenidir (Resim 1.5 ve 1.6).
- Takviye fideri (paralel fider): Trafiğin yoğun olduğu ve yol eğiminin fazla olduğu kesimlerde katener hattının kesitini artıran iletkenidir.

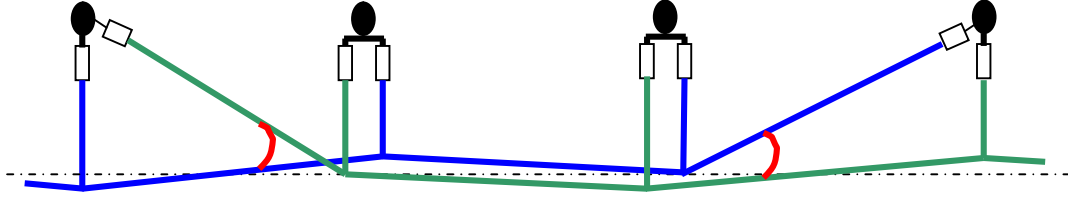
1.2. Ayırıcı Bölgeler

Seyir teli ve portör teli birlikte 1200 – 1400 m mekanik olarak birbirinden ayrı bölümler şeklinde düzenlenir. Bu her bir bölüme etap adı verilir. Yol güzergâhı boyunca katener hatlarında elektrik enerjinin devamlılığı sağlamak için etapların elektriksel birleşmesi sağlanır.

Ayırıcı bölgeler; ekipman bölge, seksiyonman bölge, antişöminman bölge, nötr bölge olmak üzere dört kısma ayrılır.

1.2.1. Ekipman Bölge

Katener hatları mekanik olarak ayrı etaplardan oluşmaktadır. Pantografin devamlı bir şekilde katener hattından sürtünerek enerji alabilmesi için katener hatlarında elektrik enerjisinin devamlılığı gerekmektedir. Bunun için birbirini takip eden etapların elektriksel olarak bir iletkenlerle bağlandığı bölgeye ekipman bölge denir.

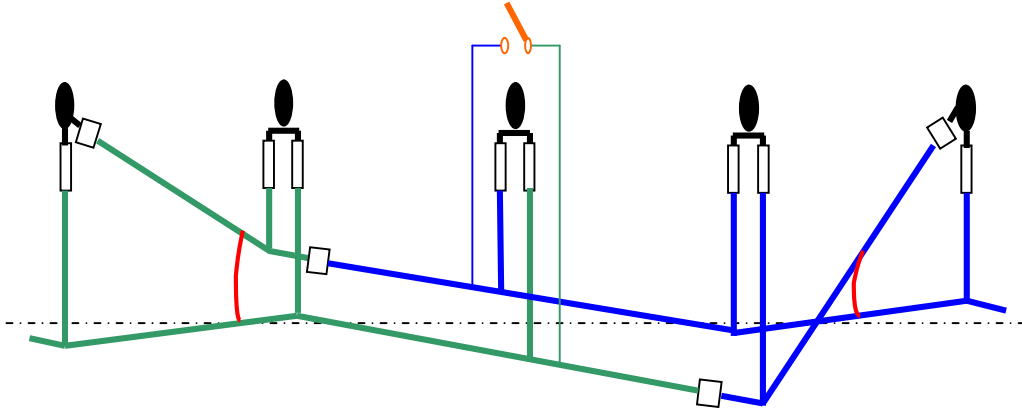


Şekil 1.5: Ekipman bölge

1.2.2. Seksiyonman Bölge

Katener hatlarındaki etapların elektrik enerjisinin devamlılığı ve istenildiğinde de kesilmesini sağlamak için etap sonları veya başlarında yapılan elektriksel bağlantıların ayırıcı (seksiyoner) vasıtasıyla yapılan bölgelere seksiyonman bölge denir.

Bu bölüm elektrikli tren işletme ve bakım nedenleriyle elektriksel manevralarda katener hatlarının bölümler hâlinde enerjisinin kesilmesi bakımından kolaylık sağlaması amacıyla oluşturulmuştur. Seksiyonman bölgelerde katener hatlarının ayırıcılar ile elektriksel olarak ayrılıp izole edilmesi nedeniyle 25 KV. AC. Sistemlerde eksen direğinde iki katener etabı arasında 50 cm’de bir mesafe bırakılır.



Şekil 1.6: Seksiyonman bölge

İşletme ve bakım amaçlarına hizmet etmek üzere iletkenler çeşitli kısımlara bölünür. Bu kısımlara temel seksiyonman denir. Temel seksiyonmanlar çeşitli uzunlukta oldukları gibi elektriksel olarak da bir birinden izole edilebilir (Şekil 1.6). İzole edilme işlemi aşağıdaki gibidir:

- Ana hatta: Hava aralıklı seksiyonmanlar ile veya çok az olmakla birlikte seksiyon izolatörleri ile izole edilir.
- Servis hatlarında: Seksiyon izolatörleri ile izole edilir.

- Bu seksiyonmanlar hazırlık etüdü esnasında hattın besleme ve bölümsel plan ve diyagramları ile beraber tespit edilir.

1.2.2.1. Hava Aralıklı Seksiyonmanlar

Aşağıda belirtilen yerlerde tesis edilir.

- Trafo merkezleri önündeki nötr bölgelerde
- Seksiyonman noktalarında
- İstasyonun sonu ve başında
- Hattın çift hattın biri olup acil geçiş ve atlama yapılması gereken pozisyonlarında

1.2.2.2. Seksiyonmanın Görevleri

- Ekipman gibi iletkenlerin mekanik regülasyonunu sağlar.
- Katener hatlarında enerjinin bölümler hâlinde kesilmesini sağlar.

Akımın devamlılığı, iki katenerin kontak düzlemlerinin aynı seviyede tutulması ile yapılır. Böylelikle pantograf temasında akım eksikliği olmaz. Bu iki katenerin aynı düzlemde olduğu bölgeye ekipmanda olduğu gibi “ortak bölge” denir.

Ortak bölgeden sonra iletkenler bir seviyeye yükseltilir, ankraj direğine bağlanır. Bu yükselmeyi gerçekleştirmek bir diğer deyişle hava aralıklı seksiyonmanı elde etmek için dört direk açıklığı kullanılır. Seksiyonmanın her bir tarafında bulunan iki seksiyon arasındaki izolasyon, iki katener düzlemi arasında 50 cm’lik bir yükselme değeri bırakılarak yapılır.

1.2.2.3. Seksiyonman İzolatörleri

Seksiyon izolatörleri prensip olarak yalnızca tali hatların bölünmesi için dizayn edilmişlerdir. Bununla beraber sürati sınırlamak koşuluyla ana hatta kullanılabilir.

Seksiyon izolatörleri, bir sabit izole kısım ve pantograf geçişini sağlayan paten sisteminden oluşur. Seksiyon izolatörün hemen üstünde taşıyıcı teli de izole etmeye yarayan bir izolatör daha olup hızlı tren güzergâhlarında hafif olması nedeniyle sentetik seksiyon izolatör kullanılır. Sentetik seksiyon izolatör ile taşıyıcıya bağlanan izolatör arası iki metre olup arklardan etkilenmesin diye taşıyıcı tel üzeri izole bir plastik ile kaplı olabilir.



Resim 1.7: Seksiyonman izolatörleri

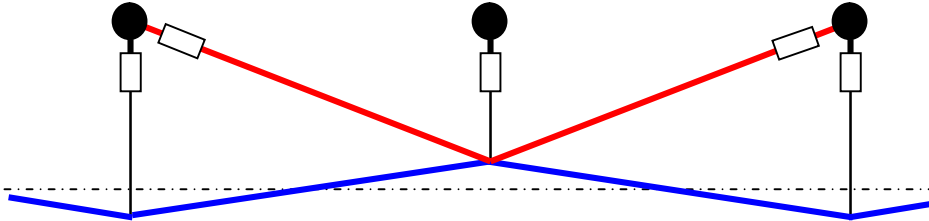
1.2.3. Antişöminman Bölge

Pantografin terenin hızına göre seyir teline sürtünürken uyguladığı yatay kuvvet nedeniyle seyir telinde dalgalanmaya veya gezintiye sebep olabilir. Bu olayı önlemek ve iletkenlerdeki mekanik gerilmeyi daha düzenli bir şekilde yaymak için iki gerdirme düzeninin arasına ve etapın tam ortasına bir antişöminman bölge oluşturulur.

Portör ve seyir teli antişöminmanı olmak üzere iki türlü yapılır.

1.2.3.1. Portör Antişöminmanı

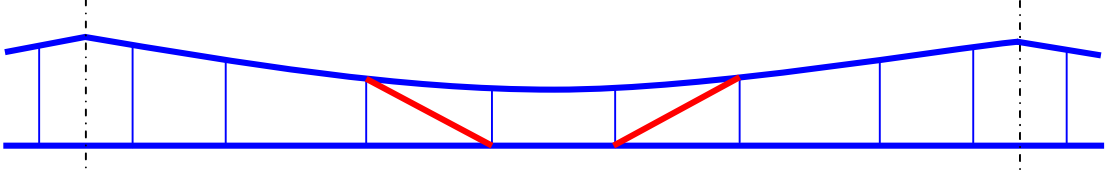
Taşıyıcı tel ile aynı özelliği taşıyan antişöminman kablosu (65 mm^2 bronz halat) taşıyıcı tele eksen direği üzerinde sabitlenir.



Şekil 1.7: Antişöminman bölge

1.2.3.2. Seyir teli antişöminmanı

Portör teli antişöminmanı yapıldıktan sonra seyir telinin portör teline sabitlenmesidir. 29 mm² bakır kablo ile yapılan irtibat 54 m'den en fazla ve buna eşit aralıklarda 9 m aşağı aralıklarda ise 18 m üzerinde oluşturulur.

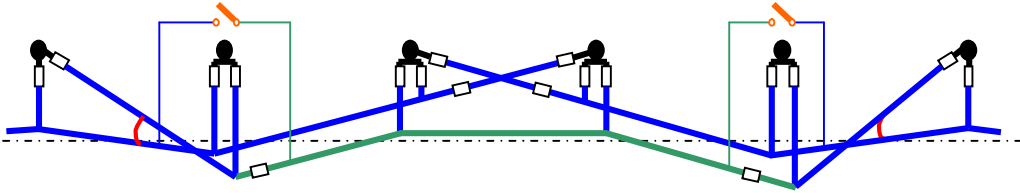


Şekil 1.8: Seyir teli antişöminmanı

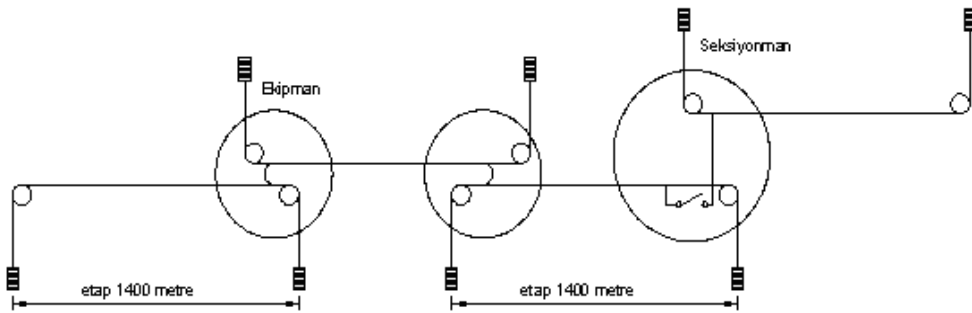
1.2.4. Nötr Bölge

Farklı fazlardan beslenmeleri nedeniyle iki komşu trafo merkezinin katener hattı üzerinde farklı potansiyellerde oluşu nedeniyle bu trafo merkezlerinin enerjilerini ayıran, izole edilen enerjisiz 30 m uzunluğundaki katener bölgesine nötr bölge denir.

Nötr bölgeler aynı zamanda elektriksel manevraların kolaylığı, trafo merkezlerindeki iki güç trafosunda ayrı fazlardan beslenmeleri nedeniyle trafo merkezleri önlerinde de nötr bölgeler oluşturulmaktadır.

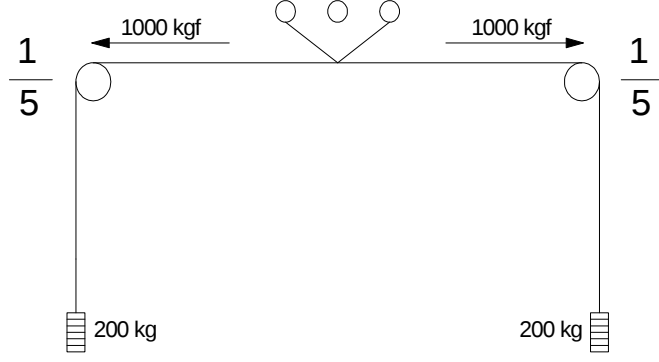


Şekil 1.9: Nötr bölge

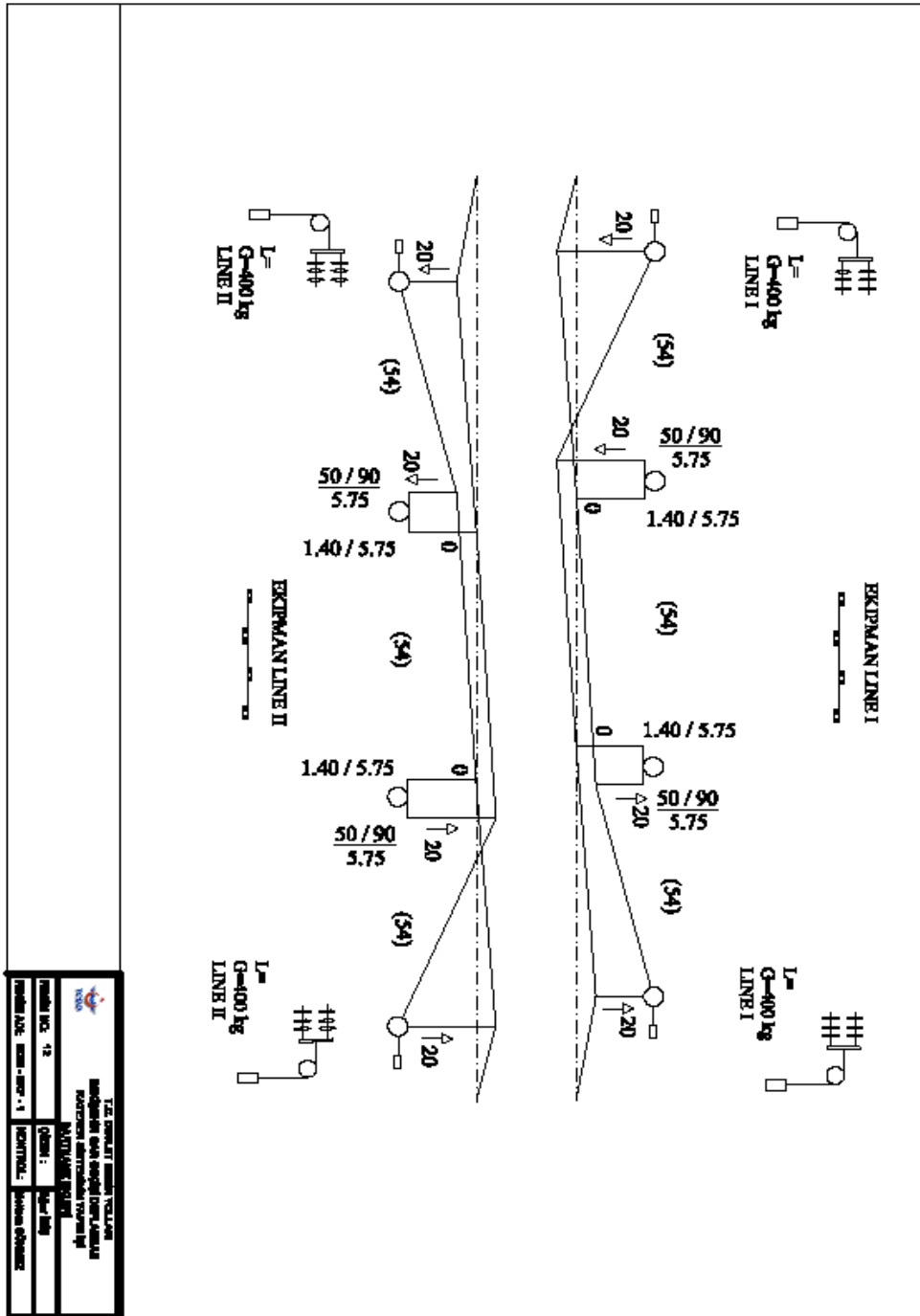


Şekil 1.10: Etap, ekipman bölge ve seksiyonman bölge

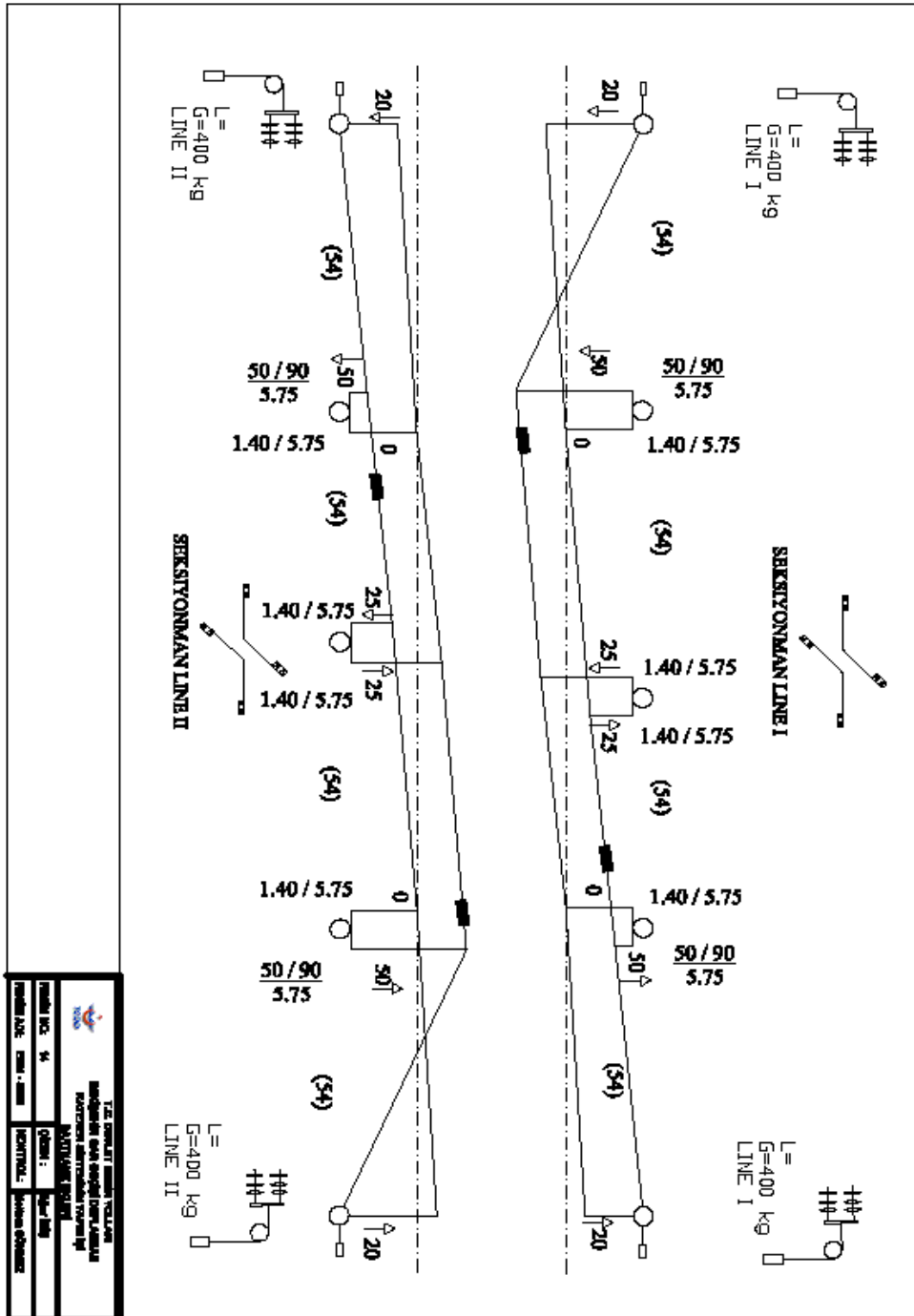
Portör antişöminmanı



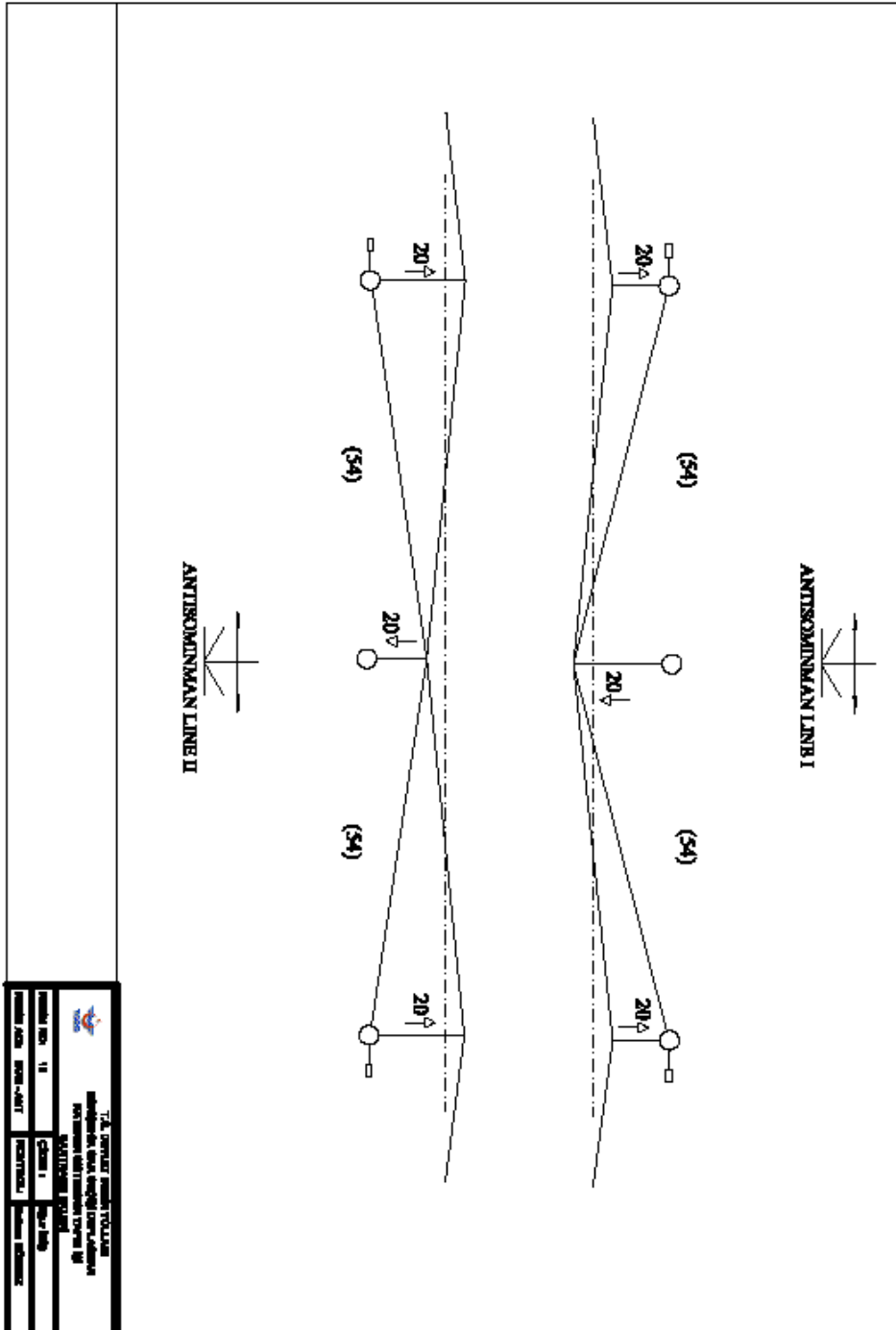
Şekil 1.11: Portör teli antişöminman bölgelerin basit gösterimi



Şekil 1.12: Aliman yollarda ekipman bölge dizaynı (3 açıklık) açıklıklar $54 \text{ m} \leq L$



Şekil 1.14: Seksiyonman bölge dizaynı



Şekil 1.15: Portör teli antişöminman dizaynı

UYGULAMA FAALİYETİ

Seyir teli, portör, toprak ve fider iletkenlerinin çekimini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Etap boyuna uygun iletkeni belirleyiniz.	➤ Çalışma ortamınızı belirleyiniz. ➤ Çalışma için gerekli araç ve gereci önceden temin ediniz.
➤ Askı makaralarını direk üzerine monte ediniz.	➤ Direklere montaj yaparken güvenlik tedbirini alınız.
➤ İletkenin çekimini yapınız.	➤ İletkenin çekimini yapmadan önce öğretmeninizin uyarılarını dikkate alınız.
➤ Her iki ucu sabitleyiniz.	➤ Sabitlemeden önce işin nasıl yapılacağını öğretmeninizden öğreniniz.
➤ İletkeni gerdirme teçhizatına bağlayınız.	➤ İletkenleri gerdirme miktarına dikkat ediniz.
➤ İletkeni makaradan pense alınız.	➤ Makaradan pense alırken dikkatli olunuz.
➤ Gerekli ayarları yapınız.	➤ Ayarları yaparken gerekli titizliği gösteriniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Etap boyuna uygun iletkeni belirleyebildiniz mi?		
2. Askı makaralarını direk üzerine monte edebildiniz mi?		
3. İletkenin çekimini yapabildiniz mi?		
4. İletkenin her iki ucunu sabitleyebildiniz mi?		
5. İletkeni gerdirme teçhizatına bağlayabildiniz mi?		
6. İletkeni makaradan pense alabildiniz mi?		
7. Gerekli ayarları yapabildiniz mi?		
8. Kataner iletkenlerini seçebiliyor musunuz?		
9. Fider montajlarını incelediniz mi?		
10. Besleme planında bölgeleri tespit edebiliyor musunuz?		
11. Kataner hattında bölgeleri ayırabiliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. 120 km/h. katener hattında kullanılan seyir teli kesiti kaç mm²'dir?
A) 100 B) 107 C) 110 D) 120 E) 150
2. Seksiyonman bölgelerde eksen direğinde iki katener etabı arasında mesafe kaç cm'dir?
A) 20 B) 30 C) 40 D) 50 E) 60
3. Katener havai hat topraklama hatları kaç metrede bir ayrılır?
A) 1000 B) 2000 C) 1500 D) 2500 E) 3000
4. Fider hattı ile enerjili kataner arası, en az kaç cm olmalıdır?
A) 220 B) 300 C) 150 D) 100 E) 200
5. Aşağıdakilerden hangisi iletkenlerin mekaniksel olarak bölünmesidir?
A) Ayırıcı bölge
B) Antişöminman bölge
C) Ekipman bölge
D) Nötr bölge
E) Hiçbiri
6. Elektrikli trenlerin pantografları vasıtasıyla enerji aldıkları tel hangisidir?
A) Fider teli B) Toprak teli C) Çelik tel D) Portör teli E) Seyir teli
7. Hava aralıklı seksiyonmanlar nerelere tesis edilmez?
A) Tünel geçişlerine
B) Seksiyonman noktalarına
C) İstasyonun sonu ve başına
D) Acil geçiş ve atlama yapılması gereken pozisyonlara
E) Trafo merkezi önündeki katener tesislerine

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

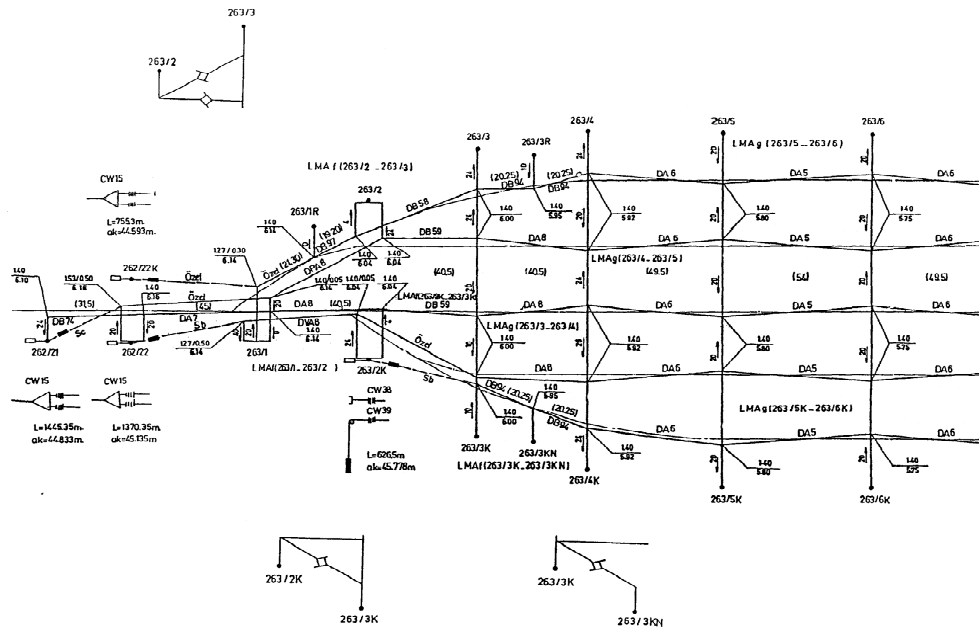
Derülaj planında gösterilen parçalara ait teknik bilgileri inceleyerek öğrenecek ve bu parçaları tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizde bulunan TCDD elektrifikasyon şefliklerini; varsa tramvay, metro gibi işletmeleri ziyaret ederek derülaj planı konusunda araştırmalar yapınız.
- İnternet sitelerinden piketaj konusunda araştırmalar yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

2. PANDÜLAJ

2.1. Derülaj Planı



Şekil 2.1: Derülaj planı

Derülay planlarının hazırlanmasında piketaj ve besleme planlarıyla piketaj prensip ve kaidelerinden istifade edilir (Şekil 2.1).

2.1.1. Derülaj Planında Olması Gereken Bilgiler

- Tellerin başlangıç ve bitiş direk ve km'leri
- Tel çekme sıra ve etap numarası
- Direk km ve numarası
- Seyir teli yüksekliği
- Sistem yüksekliği
- Direk açıklıkları
- Dezekseman
- Pandül tipleri
- Katener ankraj tipleri
- Tel boyları, ortalama açıklık ve tel gerilmeleri
- Seksiyonman ve nötr bölgeler
- Besleme ve izolman tipleri
- Ekipman ve antişöminman bölgeler

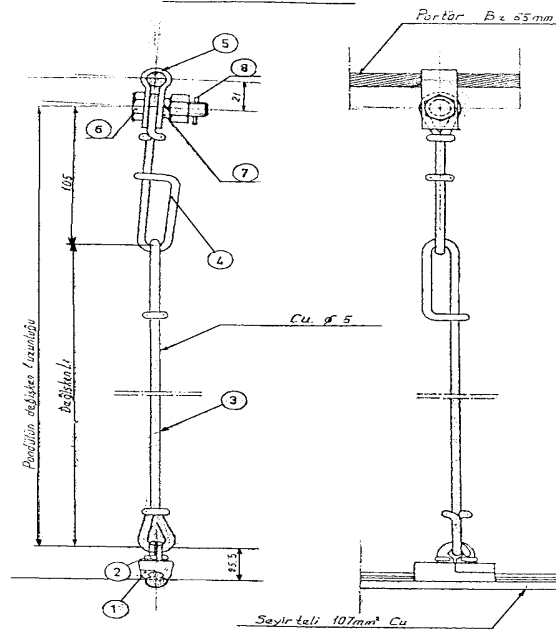
2.1.2. Derölaj Planındaki Semboller

Sembol	Anlamı
●	Direk işareti
295/8K_8	Km / direk nu.
140 — 575	Sistem yüksekliği Seyir teli yüksekliği
	Portör antişöminmanı
	Seyir teli antişöminmanı
	Fiks kataner ankrajı
	Ayarlı kataner ankrajı
	Portö fiks
	Seyir teli regülerize kataner ankrajı

Tablo 2.1: Derölaj planı sembolleri

2.2. Pandöl Boyları

Pandöl, seyir teli ile portör arasında bağlanan bakır tellerdir. Yuvarlak sert bakır olduğu gibi örgölü bakır da olabilir. Hattın esnekliğini artırmak için bütün pandöller gezgin tiptendir. Hattın ilk ayarı o bölgenin ortalama sıcaklığına bağli olarak düşey duracak şekilde yapılır (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: Pandül montaj resmi

2.3. Pandül Teli Aralıklarının Hesabı

Ülkemizde, Ø 5'lik sert bakırdan kuş gözü irtibatlı olup bir açıklık arasındaki pandül dağılımı:

$$2.(2,25) + 2.(6,75) + 9.X + b = a \text{ şeklindedir.}$$

Pandüller, portöre 30x3 mm'lik bakır lamadan yapılmış bir kavalye ile asılır. Seyir telinin kanallarına geçen bir grif ile de seyir teline bağlanır.

2.3.1. Pandül Boylarının Tayini

Pandüllerin bir standart oluşturması için direk ara mesafeleri, sistem yükseklikleri ve pandül açıklıkları seçilmiştir.

Pandül boyunun tespiti için portör telinin pandül askı noktasındaki fleşi hesaplanmalıdır.

2.3.1. Portör Fleşinin Hesabı

a = Portör askı noktaları ara mesafe (açıklık)

T = Portör telinin gerilmesi

P = Portör telinin bir metresinin ağırlığı

X = Askı noktasından fleşi bulanacak noktaya olan mesafe

f1 = X mesafesindeki portörün fleşi

F = Açıklığın ortasındaki fleş

$F_{\max} = P \cdot a^2 / 8.T$ $f1 = (P \cdot X / 2T) \cdot (a \cdot X)$ formülleriyle fleş hesaplanır.

Fleş değeri bulunan noktada sistem yüksekliğinden fleş değeri çıkarılarak pandül boyu bulunur. Y halatlı ve Y halatsız sistemleri belli olan açıklıklar için hesaplar yapılarak pandül tabloları oluşturulur (Tablo 2.2 ve Tablo 2.3).

Tipi	a	Adedi	b	P0 L	P1 L	P2 L	P3 L	P4 L
YA3	63,0	8	9,00	-	0,555	0,685	0,944	0,978
YA4	58,5	8	6,75	-	0,668	0,797	0,980	1,000
YA5	54,0	7	9,00	0,756	0,821	1,015	1,020	
YA6	49,5	7	6,75	0,852	0,917	1,050	1,041	
YA7	45,0	6	9,00	-	0,956	1,086	1,062	
YA8	40,5	6	6,75	-	1,036	1,121	1,083	
YA9	36,0	5	9,00	1,092	1,156	1,104		
YA10	31,5	5	6,75	1,157	1,193	1,126		
YA11	27,0	4	9,00	-	1,228	1,147		
YB18	63,5	9	4,75	0,526	0,590	0,785	0,940	0,975
YB19	62,5	8	8,75	-	0,568	0,698	0,948	0,980
YB26	59,0	8	7,00	-	0,655	0,809	0,983	0,996
YB27	58,0	8	6,50	-	0,679	0,785	0,975	1,001
YB34	54,5	8	4,75	-	0,760	0,890	1,010	1,017
YB35	53,5	7	8,75	0,767	0,831	1,019	1,022	
YB42	50,0	7	7,00	0,841	0,906	1,046	1,042	
YB43	49,0	7	6,50	0,862	0,927	1,054	1,043	
YB50	45,5	7	4,75	0,931	0,996	1,082	1,060	
YB51	44,5	6	8,75	-	0,965	1,089	1,064	
YB58	41,0	6	7,00	-	1,028	1,118	1,081	
YB59	40,0	6	6,50	-	1,044	1,125	1,085	

Tablo 2.2: 10 m Y halatlı pandül tablosu – Sistem yüksekliği 1,40 m

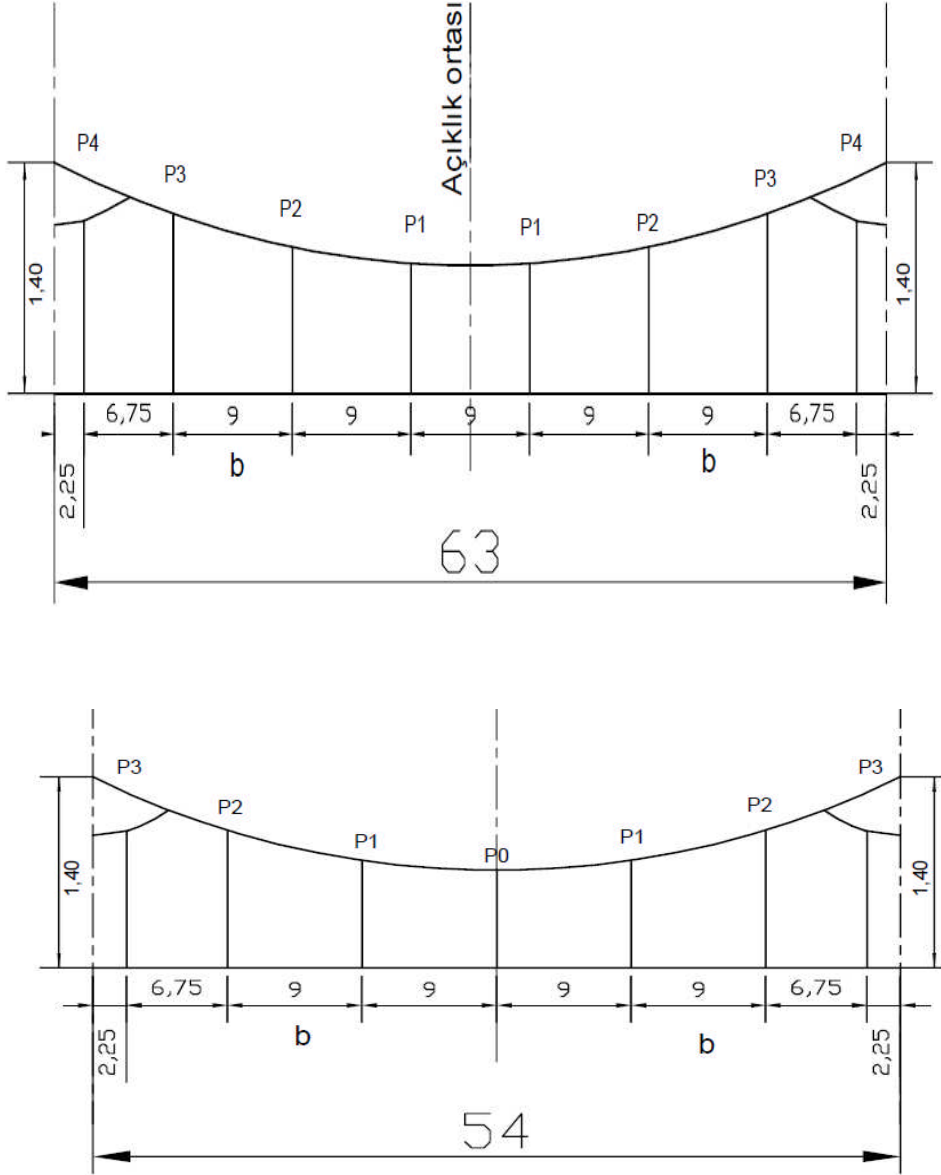
Tipi	a	Adedi	b	P0 L	P1 L	P2 L	P3 L	P4 L
DA3	63,0	8	9,00		0,622	0,752	1,011	1,291
DA4	58,5	8	6,75		0,732	0,861	1,044	1,299

DA5	54,0	7	9,00	0,817	0,882	1,076	1,307	
DA6	49,5	7	6,75	0,910	0,975	1,108	1,315	
DA7	45,0	6	9,00		1,011	1,141	1,325	
DA8	40,5	6	6,75		1,088	1,173	1,331	
DA9	36,0	5	9,00	1,141	1,205	1,339		
DA10	31,5	5	6,75	1,202	1,238	1,347		
DA11	27,0	4	9,00		1,270	1,355		
DA12	22,5	4	4,50		1,302	1,363		

Tablo 2.3: Y halatsız pandül tablosu – Sistem yüksekliği 1,40 m

Tablo değerlerine göre projelendirme yapılır (Şekil 2.3).

Normal Sistem Yüksekliği 1.40m ($y=10m$)
 27m.den büyük veya eşit açıklıklar için pandül uygulaması



Şekil 2.3: Pandül aralıkları

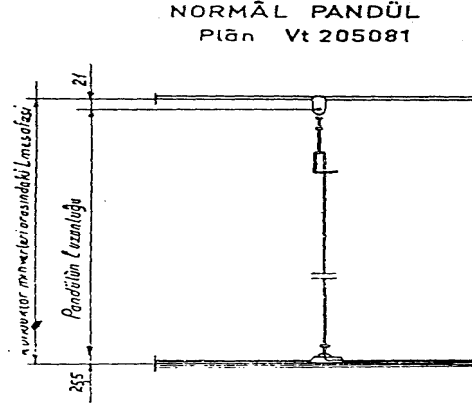
Hızı artırmak için arkları ve telin aşınmasını asgariye indirmek amacıyla seyir teline de fleş verilebilir. Eskişehir – Sincan ve Çerkezköy – Kapıkule ile Eskişehir – İnönü arası 2. hat katener tesislerinde seyir teline de fleş uygulanmıştır.

2.4. Pandül Tipleri

Pandüller iki sınıfta ele alınabilir.

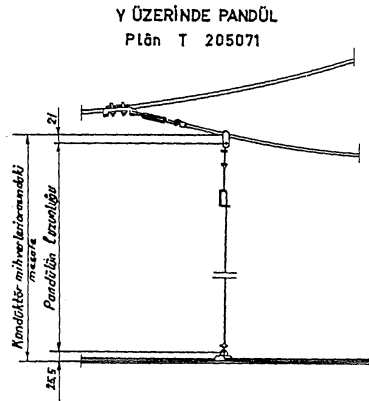
2.4.1. Normal Pandül

Portör teli ile seyir teli arasına taşıma amaçlı kullanılan pandüldür (Şekil 2.4). Tek damarlı telden yapılabildiği gibi çok telli, örgülü telden de yapılır. Pandülün malzemesi trenin hızı ile bağlantılıdır. Tek telli pandüller düşük hızda kullanılır. Hız artıkça çok telli pandüller kullanılır. Ülkemizde Ø 5'lik sert bakırdan kuş gözü irtibatlıdır.



Şekil 2.4: Normal pandül

2.4.2. Y Halatı ve Anti Balansan Askı Pandülü



Şekil 2.5: Y halatı üzerinde pandül

Y halatı TCDD tesislerinde 25 mm² örgülü bakır telden yapılır (Şekil 256). Boyları ise hıza göre değişmektedir. 140 km hızda Y halatı boyu 10 m; 160 km hızda 12 m; 200 km hızda ise basmaya çalışan konsolda 14 m, çekide 18 m seçilmelidir.

Antibalansan askı pandülü Ø7 mm bakır telden yapılmıştır. Bazı bölgelerde yüklenici tarafından askı pandüllerinde değişik malzemeler kullanılmıştır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Pandülaj yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Derülaj planına göre pandülleri ayarlayınız.	➤ İş güvenliği tedbirlerine uyunuz. ➤ Pandül iletkenlerini önceden hazırlayınız. ➤ Derülaj planını okurken öğretmeninizden yardım alınız.
➤ Pandül arası mesafelere göre Pandül yerlerini belirleyiniz.	➤ Pandül arası mesafelerini hesaplarken bilgi sayfalarına başvurabilirsiniz.
➤ Kavalje ve grifleri monte ediniz.	➤ Bağlantıları yaparken öğretmeninize danışınız. ➤ Bağlantılarınızın gevşek olmamasına dikkat ediniz. ➤ Bağlantıların hesaplamalara uygun olmasına dikkat ediniz. ➤ El ve güç aletlerini kullanırken çok dikkat ediniz. ➤ Malzemelerin sağlamlık kontrolünü yapınız. ➤
➤ Pandülleri takarak ayarlarını yapınız.	➤ Ayarları yaparken hesaplamalara uygun olmasına dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

	Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1	Derülaj planına göre pandülleri ayarlayabildiniz mi?		
2	Pandül arası mesafelere göre pandül yerlerini belirleyebildiniz mi?		
3	Kavalye ve grifleri monte edebildiniz mi?		
4	Pandülleri takarak ayarlarını yapabildiniz mi?		
5	Derülaj planı üzerindeki sembolleri ve teknik bilgileri anlayabildiniz mi?		
6	Pandül tipleri ve boyları hakkında inceleme yaptınız mı?		
7	Pandül montajı konusunda çalışma yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi derülaj planında bulunması gereken bilgilerden değildir?
A) Trafo merkezleri
B) Sistem yüksekliği
C) Direk açıklıkları
D) Pandül tipleri
E) Seksiyonman ve nötr bölgeler
2. Türkiye’deki katenerlerde kullanılan pandülde kaç mm çapındaki iletken kullanılır?
A) 2 mm B) 3 mm C) 4 mm D) 5 mm E) 6 mm
3. 140 km hızda Y halatı boyu ne kadardır?
A) 18 m B) 10 m C) 12 m D) 14 m E) 16 m
4. TCDD 120 km/h. Kataner tesislerinde 54 m. direk açıklığında kaç tane pandül vardır?
A) 3 B) 4 C) 5 D) 6 E) 7
5. Portör fleşinin hesabında hangisi gerekli değildir?
A) Sapma miktarı
B) Portör telinin gerilmesi
C) Açıklığın ortasındaki fleş
D) Portör telinin bir metresinin ağırlığı
E) Portör askı noktaları ara mesafesi

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Derülaj planında gösterilen parçalara ait teknik bilgileri inceleyerek öğrenecek ve bu parçaları tanıyabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bölgenizde bulunan TCDD elektrifikasyon şefliklerini varsa tramvay, metro gibi işletmeleri ziyaret ederek derülaj planı konusunda araştırmalar yapınız.
- İnternet sitelerinden piketaj konusunda araştırmalar yapınız.
- Topladığınız bilgi ve dokümanları rapor hâline getiriniz.
- Hazırladığınız raporu atölyede tartışınız.

3. BESLEME İLETKENLERİ

3.1. Besleme Bağlantısının Önemi

Katener tesislerinde elektrikli trenlerin çektikleri akımların portör ve seyir telleri üzerinden dengeli ve en az kayıpla iletilmesinde besleme iletkenlerinin özellikleri ile bağlantıları önem kazanmaktadır. Besleme iletkenlerinde akım taşıma kapasiteleri ve bağlantılarındaki iletkenlikleri önemlidir. Bu nedenle besleme iletkenleri bakır malzemeden ve çok telli örgülü olarak imal edilmiştir. Besleme iletkenlerinin katener hatlarında bağlandıkları yerlere göre tel kesiti ve bağlantı şekilleri değişmektedir.

3.2. Besleme İletkenlerinin Bağlantılarının Yapıldığı Yerler

Seksiyonman ve ekipman bölgelerde makas katenerlerinde etapların birbiri ile bağlantılarında portör teli ile seyir teli arasında olmak üzere besleme iletkenleri ile bağlantılar yapılır.

3.2. 1. Seksiyonman Bölgede Besleme Bağlantıları

Seksiyonman bölgeler bilindiği üzere etapların ayırıcılar veya yük ayırıcılar vasıtasıyla elektriksel olarak bağlantılarının yapıldığı katener hatlarındaki ayırma bölümleridir. Etapların birbiri ile elektriksel bağlantısında en iyi iletkenlik sağlanmalıdır.

Seksiyonman bölgede ayırıcı veya yük ayırıcılarının bağlantı kutuplarından katener hattında beslemeler çiftli 105 mm² kesitli örgülü bakır besleme iletkenleri ile yapılır.

Toplam kesit 210 mm² olmaktadır. Besleme iletkenleri katener hatlarında portör ve seyir teline beraber bağlanır (Resim 3.1).

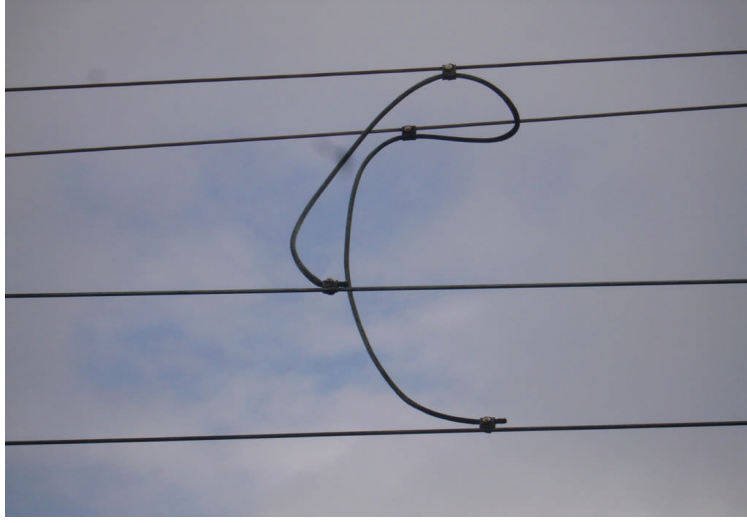


Resim 3.1: Seksiyonman bölgede çiftli besleme iletkeni bağlantısı

Besleme iletkenin portör teline bağlantısı besleme teli portör bağlantı grifi ile seyir teline bağlantı da seyir teli bağlantı grifi ile yapılır. Kullanılan portör bağlantı grifinin üst kanalı 65 mm² portör teline, alt kanalı da 105 mm² kesitli örgülü bakır besleme iletkenine uygun olup bu grife 105'lik besleme portör teli grifi denir. Seyir teli bağlantı grifinin üst kanalı da 105 mm² kesitli örgülü bakır teline, alt kanalı da 107 mm² kesitli seyir teli uygun olup bu grife 105'lik besleme seyir teli grifi denir.

3.2. 2. Ekipman Bölgede Besleme Bağlantıları

Ekipman bölgeler bilindiği üzere etapların besleme iletkeni ile elektriksel olarak bağlantılarının yapıldığı katener hatlarındaki ayırma bölümleridir. Ekipman bölgelerde etapların bağlantısı 105 mm² kesitli örgülü bakır besleme iletkenleri ile yapılır. Besleme iletkeni her iki etabın portör ve seyir tellerini bir biri ile birleştirir (Resim 3.2).

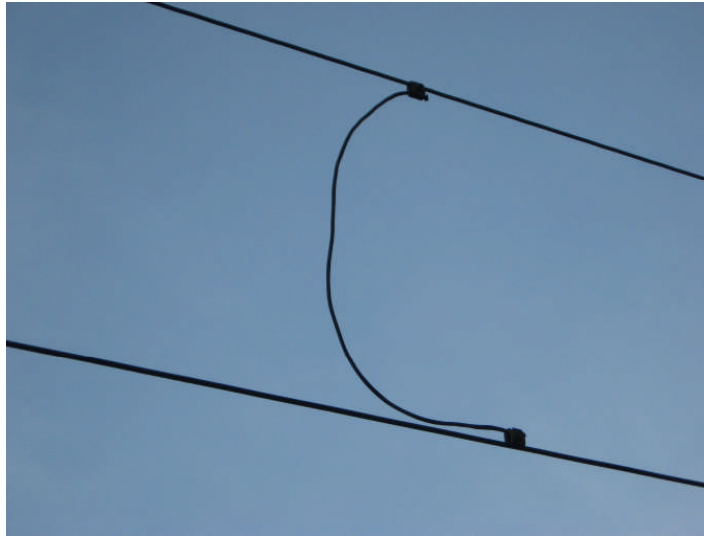


Resim 3.2: Ekipman bölge besleme iletkeni

Besleme iletkeninin portör teline ve seyir tellerine bağlantısı seksiyonman bölgelerde olduğu gibi 105'lik besleme portör teli grifi ve 105'lik besleme seyir teli grifleri ile yapılır.

3.2. 3. Portör ve Seyir Teli Arasında Besleme Bağlantıları

Katener hatları boyunca portörle seyir telinin aynı potansiyelde olması için 50 mm² kesitli örgülü bakır kablo ile besleme bağlantıları yapılır. Bu beslemeler 200 metre aralıklarla portör teli ile seyir teli arasında besleme iletkeni bağlanır. Trafo Merkezi yakınlarında ise mesafe 100 metre aralıklarla olur. Amaç seyir teli ile portör telini aynı potansiyele getirmek, elektrikli trenlerin çektikleri akımların seyir teli ile beraber portör telinden de iletilmesini sağlamaktır.

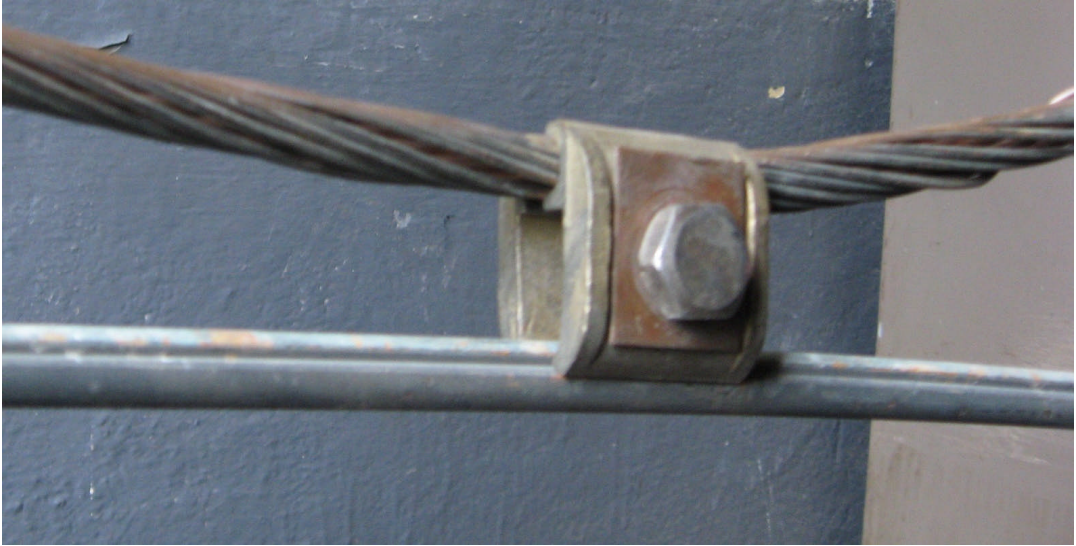


Resim 3.3: Portör teli seyir teli arasındaki besleme iletkeni

Besleme iletkenin portör teline bağlantısı besleme teli portör bağlantı grifi ile seyir teline bağlantı da seyir teli bağlantı grifi ile yapılır. Kullanılan portör bağlantı grifinin üst kanalı 65 mm² portör teline, alt kanalı da 50 mm² kesitli örgülü bakır besleme iletkenine uygun olup bu grife 50'lik besleme portör teli grifi denir. Seyir teli bağlantı grifinin üst kanalı da 50 mm² kesitli örgülü bakır teline, alt kanalı da 107 mm² kesitli seyir teli uygun olup bu grife 50'lik besleme seyir teli grifi denir.



Resim 3.4: Besleme iletkeninin portör teline 50'lik besleme portör teli grifi ile bağlantısı



Resim 3.5 : Besleme iletkeninin seyir teline 50'lik besleme seyir teli grifi ile bağlantısı

Hızlı tren katener hatlarında portör teli ile seyir teli arasında besleme iletkeni bulunmamaktadır. Bu görevi pandüller yerine getirmektedir. Hızlı tren katener hatlarında pandüller 16 mm² kesitli örgülü bronz olup aynı zamanda portör ve seyir teli arasında besleme iletkeni görevini yapmaktadır.

3.3. Besleme Teli Bağlantı Grifleri

Besleme iletkenlerinin portör ve seyir tellerine bağlantılarını sağlayan bağlantı elemanlarına besleme grifleri denir. Besleme grifleri portör teli bağlantısı için 105'lik ve 50'lik, seyir teli bağlantısı için de 105'lik ve 50'lik olmak üzere ayrı ayrı tipleri vardır. TCDD'nin 160 km/h hızına kadar olan katener tesislerinde kullanılan besleme grifleri vida ve somunludur. Bağlantılarda en iyi iletkenlik sağlanması için griflerin kablo kanalların bağlanacak iletkenin kesitine uygun seçilmeli, iletkenler bağlantı grifinin içinde iyice sıkılmalıdır. Ayrıca somunların gevşememesi için cıvata ve somunların dönmesini engelleyici metal engelleyiciler kullanılmalıdır (Resim 3.6 ve Resim 3.7).



Resim 3.6: Pörtör teline 50 mm² ve 105 mm² besleme iletkenin bağlantı grifleri



Resim 3.7: Seyir teline 50 mm² ve 105 mm² besleme iletkenin bağlantı grifleri

Hızlı tren katener hatlarında kullanılan besleme grifleri vidasız olup presli sıkmalıdır. Vida ve somunlu bağlantı griflerine göre daha iyi bağlantı sağlanır (Resim 3.8).



Resim 3.8: Hızlı tren katener hatlarında kullanılan sıkmalı besleme grifleri

3.4. Ankara – Eskişehir Arası 250 km/h. Yüksek Hızlı Katener Sistemi Değerleri

Sistem yüksekliği
Ana hat
Ekipman bölgelerde
Tünelde

1,60 m
1,60 – 2,00 m
1,10 – 1,40 m

Tüneldeki ekipman bölgelerde	1,10 – 1,60 m
➤ Seyir teli yüksekliği	5300 mm $\pm$ 50
➤ Direkler arası açıklık (Güzergâhın maksimum rüzgâr hızlarına bağlı olarak)	
Ana açık hat boyunca maksimum açıklık	65 m
Tünellerde maksimum açıklık	50 m
➤ Dezeksman	$\pm$ 200 mm
➤ Hat ekseninden direk eksenine nominal uzaklık: Emplantasyon	3,25 m

Bu uzaklık viyadükler ve diğer özel durumlarda 3,0 m'ye düşürülebilir. Diğer bazı durumlarda da 3,25 m'den fazla olabileceği açıktır ancak 4,5 m'yi aşması önerilmemektedir.

- Katenerde 50 metreden büyük açıklıklarda y halatı kullanılmıştır.

“Y” halatı uzunluğu, 18 m'dir.

Yüksekte seyir teli olan konsollarda “Y” halatı bulunmamaktadır.

- Etapların maksimum uzunluğu, 1400 m'dir.

Etapların uzunlukları 1250 m civarında projelendirilmiştir. Bunun nedeni otomatik gergi cihazlarının bu uzunlukları daha uzun etaplara göre daha sağlıklı regülarize etmesidir.

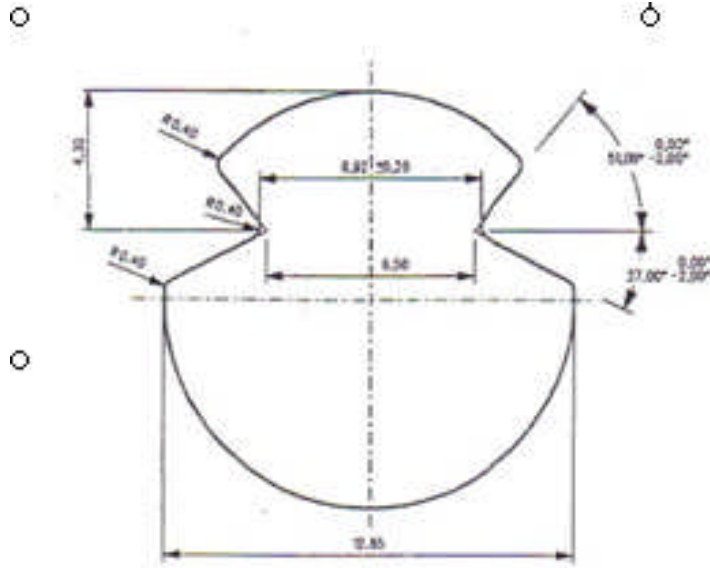
- Ekipman bölgelerde katenerler arasındaki mesafe $\geq$ 200 mm'dir.
- Seksiyonman bölgelerde katenerler arasındaki mesafe $\geq$ 450 mm'dir.

Seksiyonman bölgeler, açık hatlarda ve tünellerde 5 açıklıkta oluşturulmaktadır.

- Mekanik gerilimin ayarlanması: Seyir teli ve portör ayrı ayrı otomatik gergi cihazları ile gerdirilmiştir. Otomatik gergi cihazlarında gerdirme 3:1 oranındadır. Karşı ağırlıklar beton olarak imal edilmiştir. Portör ve seyir telleri için otomatik gergi cihazları aynı direk üzerine yerleştirilmiştir.

3.3. Katenerde Kullanılan İletkenler ve Özellikleri

➤ Seyir teli



Şekil 3.1: BC – 120 seyir telinin yapısal biçimi

Hızlı tren hattında kullanılan seyir teli “Cu-Ag” tipi olup 120 mm² kesitlidir. Yapısında % 0,1 oranında gümüş bulunmaktadır. Bu yapı seyir teline saf bakıra göre daha yüksek sertlik özelliği kazandırmaktadır. Bilhassa yüksek sıcaklıklarda (1500C ye kadar) sağlıklı olarak kullanabilme imkânı sağlamaktadır. EN 50149 standardına uygundur. Yine aynı standarda göre 15 kN çalışma yükü için de uygundur.

Bütün ölçüler mm cinsinden verilmiştir. Toleranssız verilen ölçüler sadece ana hatlar içindir.

Seyir teli %20 oranında aşınana kadar kullanılabilir.

Seyir telinin özellikleri :

Tip	Cu-Ag 0,1 - 120 mm ²
Standart	EN 50149
Kesit	120 mm ²
Minimum kopma yükü	42,00 kN
Çalışma yükü	15,0 kN
Ağırlık	1,07 kg/m

➤ **Taşıyıcı (portör) teli**

Portör teli DIN 48201 standardına uygun olarak her birinin çapı 2,1 mm olan 19 adet bronz telcikten imal edilmiştir. BzII-70 olarak anılan taşıyıcı tel 15 kN çalışma yükü için uygundur.

Taşıyıcı telin özellikleri:

Tip	Bz II 70 mm ²
Standart	DIN 48201
Kesit	65,81 mm ²
Minimum kopma yükü	38,60 kN
Çalışma yükü	15,0 kN
Ağırlık	0,596 kg/m

➤ **Y halatı teli**

Bu iletken UIC 799 ve DIN 48201 standartlarına uygun olarak imal edilmiş her birinin çapı 2,5 mm olan 7 adet bronz telcikten imal edilmiştir.

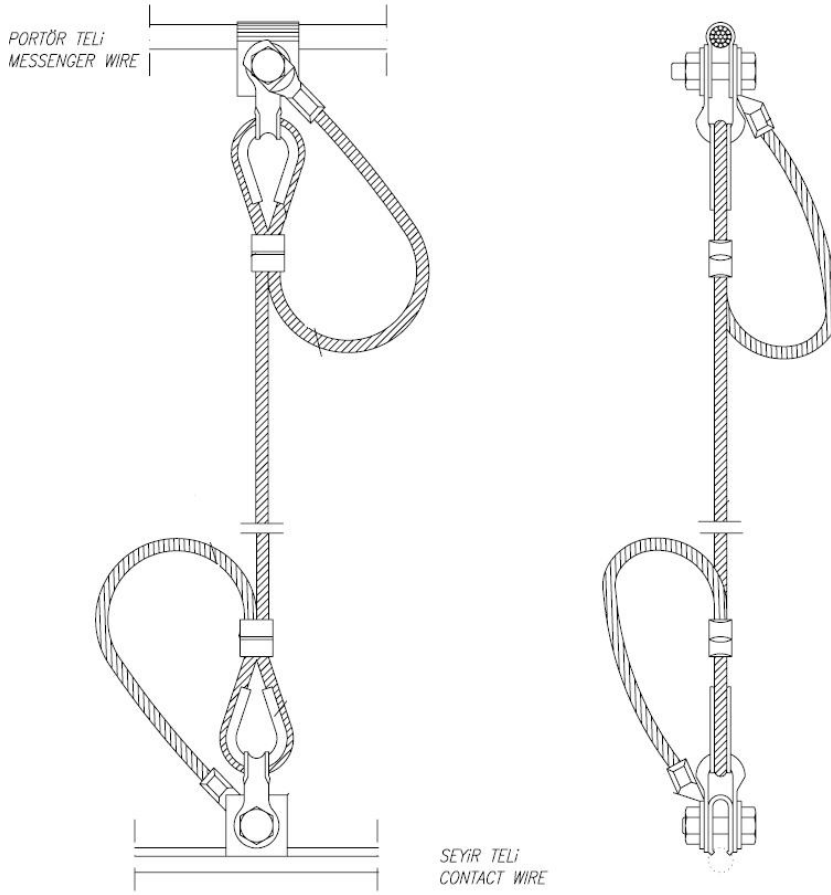
BzII-35 olarak anılan telin kopma dayanımı 20,20 kN, çalışma yükü 2,8 kN'dir.

Y halatı telinin özellikleri:

Tip	Bz II 35 mm ²
Standart	DIN 48201
Kesit	34.36 mm ²
Minimum kopma yükü	20.20 kN
Çalışma yükü	2,8 kN
Ağırlık	0,31 kg/m

Pandüller:

DIN 43138 standardına uygun olan pandül teli, BzII – 16 olarak anılmaktadır. Adından anlaşılacağı üzere her biri 0,5 mm çapında 84 adet esnek bronz telcikten oluşmuştur. Oldukça esnek bir kablodur hızlı tren hattında kullanılan pandül montaj tipi, çekilen akım nedeniyle bağlantı noktalarında oluşan arklara ve ısınmalara meydan vermeden pandül ve seyir teli arasında besleme kablosuna da gereksinim duymadan sağlıklı şekilde irtibat sağlamaktadır. Bu durum malzemenin mekanik ömrünün de uzun olmasını dolayısıyla katenerin ömrünün uzun olmasını sağlamaktadır.



Şekil 3.2: Pandül

Pandül telinin karakteristik özellikleri:

Tip	Bz II 16 mm ²
Standart	DIN 43138
Kesit	16 mm ²
Minimum kopma yükü	9,74 KN
Ağırlık	0,152 Kg/m

BzII – 16 tel aynı zamanda antibalansan ile rapel arası bağlantıda da kullanılmaktadır.

➤ **Fider kablosu**

Trafo merkezlerinden katenere güç sağlayan besleyici iletken olarak LA-280 alüminyum çelik iletken (HAWK) kullanılmıştır. 3,44 mm çapında 26 adet alüminyum tel ve aynı çapta 7 adet çelik tel öz den oluşmuştur. Toplam iletken kesiti 280,84 mm² dir. Bu kesit

152 mm² bakır eş değer kesitine eşittir. Bu kesit katenerin orijinal tasarımı için yeterli olmasına karşın 250 km/h hızda gerekli katener kesit alanına eşdeğer olan minimum 300 mm² bakır eş değer kesit bir kabloya ihtiyaç vardır. Bu nedenle trafo merkezleri ile katener arasında iletişim sağlayan her bir fider hattı 2 adet Hawk (2x280mm²) iletkeninden oluşmuştur.

Hawk iletkeni karakteristik özellikleri:

Tip	HAWK (LA – 280)
Standart	ASTM B232
Kesit	280,84 mm ²
Minimum kopma yükü	86,65 kN
Çalışma yükü	7,2 kN
Ağırlık	0,971 kg/m

➤ **Geri dönüş akım (topraklama) kablosu**

Bu kablo her iki taraftaki direklerin arka kısımlarına monte edilerek UNE 21018 standartlarına uygun olarak imal edilmiş, 2,5 mm çapında 30 adet alüminyum tel ile yine aynı çapta 7 adet çelik tel öz den imal edilmiştir. Toplam iletken kesiti 181,60 mm²dir. Direk dâhil, katener sisteminin güç kaynağına bağlı olmayan bütün parçalarının 8mm çaplı alüminyum tel ile irtibatlanarak topraklanması ile birlikte geri dönüş akımının iletimi amacıyla da kullanılır. Ayrıca demir yolu üstünden geçen üst geçitlerin topraklamaları da bu kabloya irtibatlanır.

İletkenin karakteristik özellikleri:

Tip	LA-180
Standart	UNE 21018
Kesit	181,6 mm ²
Minimum kopma yükü	63,9 kN
Çalışma yükü	5,5 kN
Ağırlık	0,676 kg/m

➤ **Alüminyum irtibat teli**

Direk üzerinde bulunan ve direk de dâhil olmak üzere elektrik ile doğrudan temasta bulunmayan tüm metal aksamı birbirine irtibatlar ve geri dönüş akım kablosuna bağlanır.

Özellikleri:

Tip	LA-8
Çap	8 mm
Kesit	50,26 mm ²
Ağırlık	0,137 kg/m

➤ İzole bakır kablo

Direk ile ray arasında yapılan topraklama irtibatlarında kullanılır.

Özellikleri:

Tip	CU-55PVC
Çap	12,8 mm
Kesit	50 mm ²
İzolasyon	RV0,6/1KV
Ağırlık	0,530 kg/m

Galvaniz çelik kablo (ac-10)

Topraklama elektrot grubu ile geri dönüş akım kablosu arasındaki irtibat ve Hat1-Hat2 geri dönüş akım kabloları arasında dengeleme irtibatlarını sağlamak için kullanılır.

Özellikleri:

Tip	AC-10
Kesit	72 mm ²
Minimum kopma yükü	80 kN
Telcik çapı ve sayısı	2 mm x 19 adet
Ağırlık	0,630 kg/m

➤ Otomatik gergi cihazında kullanılan kablolar

Otomatik gergi cihazı ağırlık taşıyan paslanmaz çelik kablo özellikleri:

Tip	AC-8
Kesit	27,90 mm ²
Telcik çapı	0,88 mm
Telcik sayısı	7 x 7

Minimum kopma yükü	42,4 kN
Ağırlık	0,225 kg/m

Otomatik gergi cihazı büyük makara bağlantısı paslanmaz çelik kablodur.

Özellikleri:

Tip	AC-12
Kesit	61,67 mm ²
Telcik çapı	0,54 mm
Telcik sayısı	7 x 37
Minimum kopma yükü	96,7 kN
Ağırlık	0,498 kg/m

Antibalansan askı pandülü

Paslanmaz çelik kablodur.

Özellikleri:

Tip	ACI-20
Kesit	10 mm ²
Telcik çapı	0,50 mm
Telcik sayısı	7 x 7 + 0
Ağırlık	0,084 kg/m

UYGULAMA FAALİYETİ

Besleme iletkenlerinin bağlantılarını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Derülaj planından besleme iletkenlerinin yerini tespit ediniz.	➤ İş güvenliği tedbirlerine uyunuz. ➤ Derülaj planını okurken öğretmeninizden yardım alınız.
➤ Portör ve seyir teli arasında bağlanacak besleme iletkenin seçimini yapınız.	➤ Malzemelerin standartlara uygun olmasına dikkat ediniz. ➤ Malzemelerin sağlamlık kontrolünü yapınız.
➤ Ekipman bölgelerde bağlanacak besleme iletkenin seçimini yapınız.	➤ El ve güç aletlerini kullanırken çok dikkat ediniz. ➤ Griftlerin takılmasını çok dikkatli yapınız.
➤ Hızlı tren hatlarında kullanılan besleme iletkenlerinin seçimini yapınız.	➤ Bağlantıları yaparken öğretmeninize danışınız. ➤ Bağlantılarınızın gevşek olmamasına dikkat ediniz. ➤ Bağlantıların hesaplamalara uygun olmasına dikkat ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Derülaj planından besleme yapılacak yeri tespit edebildiniz mi?		
2	Besleme tipine uygun malzemeyi belirleyebildiniz mi?		
3	Besleme iletkenlerinin özelliklerini öğrenebildiniz mi?		
4	Besleme iletkenlerini irtibatlandırabildiniz mi?		
5	Besleme griflerini takabildiniz mi?		
6	Hızlı tren hattında kullanılan iletkenlerinin özelliklerini öğrenebildiniz mi?		
7	Hızlı tren hattında besleme iletkenlerinin özelliklerini öğrenebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

- 1. Ekipman bölgelerde besleme bağlantısı için kullanılan iletken aşağıdakilerden hangisidir?**
 - A) 105 mm² kesitli örgülü bakır iletken
 - B) 50mm² kesitli örgülü bakır kablo
 - C) Çift 105 mm² kesitli tel
 - D) 65 mm² kesitli iletken
 - E) 210 mm² kesitli iletken
- 2. Portör ve seyir teli arasındaki besleme iletkeni aşağıdakilerden hangisidir?**
 - A) 65 mm² kesitli iletken
 - B) 50mm² kesitli örgülü bakır iletken
 - C) Çift 105 mm² kesitli tel
 - D) 35 mm² kesitli iletken
 - E) 105 mm² kesitli örgülü bakır iletken
- 3. Hızlı tren hattında portör ve seyir teli arasındaki besleme iletkeni aşağıdakilerden hangisidir?**
 - A) 25 mm² kesitli iletken
 - B) 50 mm² kesitli örgülü bakır iletken
 - C) 105 mm² kesitli örgülü bakır iletken
 - D) 35 mm² kesitli iletken
 - E) 16 mm² kesitli pandül iletkenleri
- 4. Hızlı tren hattında kullanılan fider iletkeni aşağıdakilerden hangisidir?**
 - A) Bz II 70
 - B) Bz II 16
 - C) LA 280
 - D) LA 180
 - E) 105 mm² kesitli örgülü bakır iletken
- 5. Hızlı tren hattında kullanılan seyir teli kesiti kaç mm²'dir?**
 - A) 100 B) 107 C) 110 D) 120 E) 150

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Bu modül kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri **Evet** ve **Hayır** kutucuklarına (X) işareti koyarak kontrol ediniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
1	Katener hatlarında kullanılan iletkenleri tanıyabiliyor musunuz?		
2	Ayırıcı bölgeler arasındaki farkı öğrenebildiniz mi?		
3	Ayırıcı bölgeleri besleme planından ayırabiliyor musunuz?		
4	Katener tesislerinde kullanılan araç ve gereçleri tanıyabiliyor musunuz?		
5	Derülaj planını okuyabiliyor musunuz?		
6	İki askı noktası arası pandüllerin dağılımını yapabiliyor musunuz?		
7	İki askı noktası arası pandüllerin boylarını derülaj planlarına göre çizelgeleri kullanarak bulabiliyor musunuz?		
8	Besleme iletkenlerinin özelliklerini biliyor musunuz?		
9	Besleme iletkenlerini bağlayabiliyor musunuz?		
10	Yüksek hızlı katener sisteminin değerleri biliyor musunuz?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetlerini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	A
4	E
5	C
6	E
7	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	D
3	B
4	E
5	A

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	A
2	B
3	E
4	C
5	D

KAYNAKÇA

- TCDD Genel Müdürlüğü Eğitim Dairesi Tanıtım İçerikli Yayınları.
- TCDD Genel Müdürlüğü Eğitim Dairesi Slayt ve Seminer Ders Notları.