

Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN:13133)
2015-2016 Güz Yarıyılı

Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoğlu
Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

Ders Bilgileri

Öğretim Üyesi	Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoğlu	
	Oda	Oda no. 470, Ulaştırma koridoru
	E-posta	celikoglu@itu.edu.tr
	Telefon	212-2853798
Öğretim Üye Yardımcısı	Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu	
	Oda	Oda no. 473, Ulaştırma koridoru
	E-posta	msilgu@itu.edu.tr
Ders kodu	INS351, Güz 2015-2016	
Ders adı	Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği	
CRN	13133	
Zaman/Yer	Salı 1230-1630, A205	
Bina	İnşaat Fakültesi	
Ders sayfası	http://web.itu.edu.tr/~celikoglu/13133.html	



Ders Bilgileri

Dönemiçi ders planı

Hafta	Tarih	Konu
Hafta1	15.09.2015	Ulaştırma ve Demiryolu Mühendisliğine Giriş
Hafta2	22.09.2015	Demiryolu Araçlarının Özellikleri, Nadal Kuramı
Hafta3	29.09.2015	Demiryolu Araçlarının Çekim Mekanığı
Hafta4	06.10.2015	Demiryolu Araçlarının Çekim Mekanığı
Hafta5	13.10.2015	Geçki Geometrik Özellikleri (Yatay Kurblar, Dever, Birleştirme Eğrileri)
Hafta6	20.10.2015	Geçki Geometrik Özellikleri (Eğimler)
Hafta7	27.10.2015	Güzergah-Geçki Araştırması ve Etüd, Trafik, Hat Kapasitesi
Hafta8	03.11.2015	Demiryolu Üstyapı Elemanları
Hafta9	10.11.2015	Toprak İşlerine Giriş, Temel Kavramlar, Dönemiçi 1. Sınav
Hafta10	17.11.2015	Toprak İşlerinde Enkesit Alanları ve Hacimleri
Hafta11	24.11.2015	Kütleler Diyagramı ve Toprak Dağıtımı
Hafta12	01.12.2015	Genel Yönteme Göre Toprak Dağıtımı
Hafta13	08.12.2015	Brückner Yöntemine Göre Toprak Dağıtımı
Hafta14	15.12.2015	Kazı Yöntemleri ve Kullanılan Mekanik Araçlar
Hafta15	22.12.2015	Dönemiçi 2. Sınav



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 3

Ulaştırma Sistemlerinde Aranan Özellikler

Ulaştırma Sistemlerinde Aranan Özellikler

- **Güvenlik:** Taşınan canlı ve cansızların zarar görmemesi.
- **Hız:** Taşınanlar, en kısa zamanda istenen yere ulaştırılmalı.
- **Düzenlilik:** Taşınanlar, istenilen zamanda istenilen yere ulaştırılmalı.
- **Konfor:** Özellikle yolcu taşımada rahat yer değiştirme olanağı sağlanmalı.
- **Ekonomiklik:** Yukarıda belirtilenler yerine getirilirken ekonomik biçimde gerçekleştirilmeli.
- **Çevreye Uyum:** Günümüzde en önemli nitelik olarak değerlendirilmelidir.

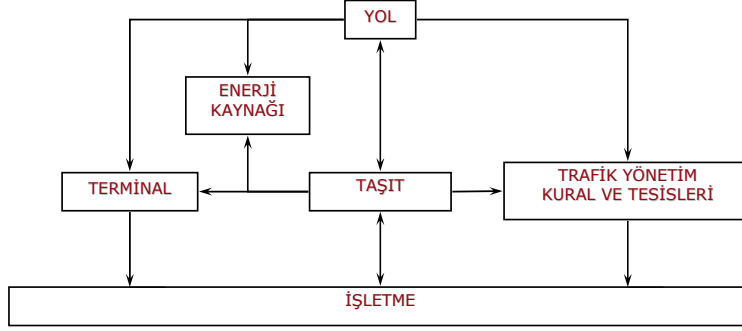


INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 4

Ulaştırma Türlerinin Alt Öğeleri

Ulaştırma türlerinin alt öğeleri arasındaki ilişkiler



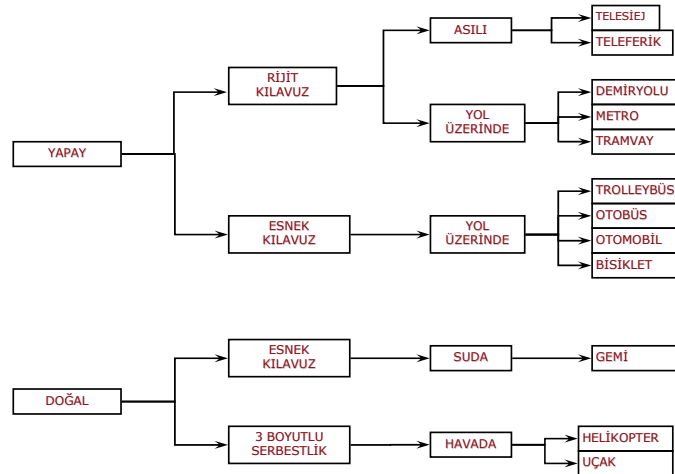
INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

September 15, 2015

Slide 5

Ulaştırma Türlerinin Sınıflandırılması

Serbestlik derecesi ve altyapıya göre sınıflandırma



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

September 15, 2015

Slide 6

Ulaştırma Türlerinin Tarihsel Gelişimi

- **1807** Buharlı gemilerin icadı
- **1830** Demiryolu ulaştırması
- **1865** Boru hattı taşımacılığı
- **1917** Otomobilin icadı ve ticari kullanımının başlaması
- **1903** Uçağın icadı
- **1936** Ticari uçak ve hava ulaştırması başlangıcı



Demiryolunun Temel Öğeleri ve Etkileşimleri

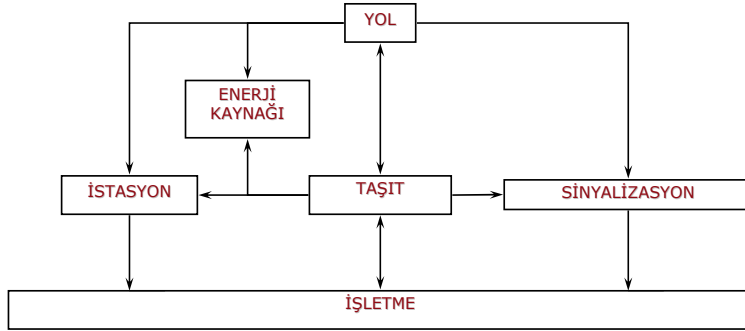
Demiryolu

- **Demiryolu:** Bir yerden başka bir yere, madeni yol üzerinde mekanik güçle hareket ettirilen madeni tekerlekli araçlar içerisinde canlı ve cansız bir fayda sağlamak amacıyla taşınmasını sağlayan tesislerin tümüne birden demiryolu denir.
- Dolayısıyla demiryolu yalnız ray, travers ve balasttan ibaret olmayıp, bunlara ek olarak istasyon tesisleri, taşıtlar, güvenlik ve sinyalizasyon tesisleri gibi taşıma işine yardımcı tüm tesislerin oluşturduğu bir bütündür.
- Demiryolu taşıma işinin gerekli nitelikleri sağlayabilmesi, taşımaya ilişkin tüm tesislerin yeterli ve uyumlu olmasını gerektirir.



Demiryolunun Temel Ögeleri ve Etkileşimleri

Demiryolu ulaştırması alt ögeleri etkileşimi ve dersin kapsamı



Teknolojik açıdan en önemli etkileşim?



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 9

Yol – Taşıt Etkileşimi ve Dolaylı Özellikler

- Ray ve tekerlekler madenidir. Dolayısıyla ray ve tekerlek arasındaki sürtünme azdır ve taşıma hizmeti için gerekli enerji miktarı görece olarak düşüktür. Sürtünmenin az olmasından dolayı demiryolu hatlarının eğimleri düşüktür, dolayısıyla araziye uyumu güç ve yapım maliyeti yüksektir.
- Demiryolu taşıtlarının dingilleri sürekli birbirine paraleldir. Dolayısıyla küçük yarıçaplı kurlardan geçerken zorlanırlar ve büyük kurb yarıçapı istenir. Aksi halde, geçiş güçlüğüne de bağlı olarak direnimsel kuvvetleri ve enerji tüketimi artar. Ayrıca, raylar küçük yarıçaplara uygun bükülemeyeceği için de büyük yarıçap uygundur.
- Buden. Taşıtların tekerleklerinin raylar üzerinde hareketleri sırasında; hareket güvenliğinin sağlanabilmesi ve raydan çıkmamaları için tekerleklerde 'buden' denilen bir çıkıntı oluşturulur.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 10

Demiryolunun Tarihi

- Ulaştırma alanında demirden yapılmış lamalar ilk kez İngiltere’de 18. yy’da maden ocaklarındaki bunalım sırasında kullanıldı:
 - Demir sanayicisi Reynold 1767 yılında elindeki demirleri ucuza satmaktansa, bu demirlerle arabaların çekildiği kalaslar üzerini kaplayarak hem ahşap kalasların aşınmasını engelledi, hem de demirleri fiyatlar yükseldiğinde söküp sattı. Dolayısıyla, demir levhalar farkında olunmadan ilk demiryol uygulamasına örnek oldu.
 - Demiryolculuğun doğuşuna, genel ulaştırma alanındaki çok uzun yıllar süren gelişmeler sonrası tanık olunmuştur. Demiryolculuğa yönelişte iki önemli nokta:
 - **tekerleklerin az pürüzlü** yüzeyler üzerinde daha kolay yuvarlanabilmesi
 - **buharla işleyen taşıtların** yapılması ve geliştirilmesi



Demiryolunun Tarihi

- **1687’de Denis Papin** buharın elastiki gücünü buldu.
- Bundan faydalanan **James Watt** buhar makinesini buldu.
- **1803’te** maden ocağındaki birkaç vagoneti civardaki kanala çekmek için raylı yolda buharla işleyen ilk taşıtı yürüten İngiliz mühendis **Richard Trevithick**’tir.
- **1814’te** İngiliz mühendis **George Stephenson**; 2 silindirli, 4-5 ton ağırlığında ve borusuz sistemli kazanla çalıştığı için 4-5 Bb’nden fazla güç üretemeyip devamlı çalıştırılmayan bir lokomotif yaptı.
- **1825’te Marc Seguin** borulu kazanı icat etti.
- **6 Ekim 1829’da George Stephenson** lokomotifine borulu kazanı yerleştirip, pistonu doğrudan tekerleğe bağlayıp, silindirden çıkan kullanılmış buharı da bacadan dışarı vermek yoluyla Liverpool-Manchester şirketince inşa edilmekte olan hat için açılan yarışmada ‘rocket’ lokomotifi ile birinci oldu. 4.25 ton ağırlığında, 22 Bb gücünde, 13.2 tonluk yükü 22km/sa hızla çekebilen bu lokomotifin icadı, demiryolculuğun başlangıcı sayılır.



Türkiye Demiryollarının Tarihi

- Hindistan'a geçiş yapmak ve bu geçiti Türkiye'de aramak için İngiltere **1830**'lu yılların başlarında Türkiye'yi demiryolu yapımı için teşvik etti. Uzun yıllar sonuç alınamamasının sonrasında **1856**'da çıkarılan '**tanzimat programı**' ile demiryolculuğa önem verilerek bu yılda Anadolu'da Aydın hattının inşaatının imtiyazı İngilizlere verildi. İnşaat şirketinin sermaye bunalımı sonrası **İzmir-Aydın** arası 130 km'lik hat **1866**'da tamamlanıp işletmeye açılabilir. Ayrıca **1863**'te yine İngilizlere verilen **İzmir-Turgutlu** hattı da yine **1866**'da işletmeye açılabilir.
- **1854-1903** arası geçen ve birkaç bölüme ayrılacak süreçte; bazan yabancı şirketlerin, bazan devletin ve bazan da her ikisinin faaliyetleri ara sıra oldu ve uzun süren duraklama evreleri oldu. Bu dönemde yukarıdaki hatlara ek olarak **Rumeli demiryolu, Hicaz ve Filistin demiryolları ile Bağdat demiryolunun** başlangıcı yapıldı.
- Tüm bu hatlar Osmanlı Devleti'nde maddi ağır yüke ve manevi üzüntüye neden olmuştur. Özellikle şirketler tarafından yapılan ya da devlet tarafından yapıp bir anlaşma ile işletmesi yabancı şirketlere bırakılan demiryolları için, yabancıların her yıl aldığı ve istedikleri kazancı getirmeyen her bir kilometre için belirli bir teminat parası verme zorunluluğu..



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 13

Türkiye Demiryollarının Tarihi

- I. Dünya Savaşı'yla geçen yıllarda Toros bölgesi faaliyetinden ve 'Askeri Demiryolları ve Limanları' idaresinin Ankara-Samsun arası yerel demiryolu inşaatından başka birşey gözlenmemiştir.
- Cumhuriyetin ilanında, ülkedeki demiryolları kısmen şirketlerin ve devletin yönetiminde idi. 1923'te çıkan bir yasayla hatların inşasının ve işletmesinin devletçe yapılacağı belirtildi.
- Asıl ulusal demiryolculuk başlangıcı ise 24 Mayıs 1924'te, geçici idarece işletilmekte olan Haydarpaşa-Ankara, Eskişehir-Konya ve Arifiye-Adapazarı hatları ile Haydarpaşa Liman ve rıhtımının satın alınması yetkisi hükümete verilmiş ve Nafia vekaletine bağlı 'Anadolu-Bağdat Demiryolları Müdüriyeti Umumiyesi' adlı katma bütçeli kuruluşa bırakılmasıdır.
- 23 Mayıs 1927'de demiryollarının inşa ve işletmesi 'Devlet Demiryolları ve Limanları İdaresi Umumiyesi'ne devredildi.
- 1 Haziran 1927 kuruluşu sayılabilecek 'Devlet Demiryolları' 1953 yılına kadar katma bütçeli bir kuruluş olarak çalışmıştır.
- 29 Temmuz 1953'te 'T.C.D.D.' adı ile iktisadi devlet kuruluşu hali alınmıştır.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 14

Türkiye Demiryollarının Tarihi



CUMHURİYET ÖNCESİ DEMİRYOLU AĞI	4.136 km	ANAHAAT
CUMHURİYETİN İLK YILLARI (1923-1950)	3.764 km	ANAHAAT
1951'DEN 2003 SONUNA KADAR	945 km	ANAHAAT
2004 - 2014	1.759 km	ANAHAAT
İNŞAATI DEVAM EDEN	2.653 km	ANAHAAT

Kaynak: Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolu Sektörü, sayfa 130



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

September 15, 2015

Slide 15

Türkiye Demiryollarının Tarihi

	(Km)				
	2010	2011	2012	2013	2014
KONVANSİYONEL HAT - Conventional Line					
Anahat - Mainline	8.276	8.324	8.324	8.336	8.334
2, 3, 4 Anahatlar - 2 nd , 3 rd , 4 th Mainlines	446	446	446	510	569
Anahat Toplamı - Total Mainline	8.722	8.770	8.770	8.846	8.903
İstasyon-İstasyon Yolları - Branch-Station Line	2.330	2.342	2.350	2.363	2.369
KONVANSİYONEL HAT TOPLAMI					
Conventional Line Total	11.052	11.112	11.120	11.209	11.272
Elektrikli - Electrified	2.273	2.271	2.328	2.416	2.535
Sıvısalı - Steamlocomotive	3.020	3.020	3.128	3.147	3.199
YÜKSEK HIZLI HAT - High Speed Line					
Anahat - Mainline	436	436	436	436	594
2. Anahat - 2 nd Mainline	436	436	436	436	590
Anahat Toplamı - Total Mainline	872	872	872	872	1.184
İstasyon Yolları - Station Line	16	16	16	16	29
YÜKSEK HIZLI HAT TOPLAMI					
High Speed Line Total	888	888	888	888	1.213
Elektrikli - Electrified	888	888	888	888	1.213
Sıvısalı - Steamlocomotive	888	888	888	888	1.213
GENEL TOPLAM - General Total					
Anahat - Mainline	8.712	8.760	8.760	8.772	8.928
2, 3, 4 Anahatlar - 2 nd , 3 rd , 4 th Mainlines	882	882	882	946	1.159
Anahat Toplamı - Total Mainline	9.594	9.642	9.642	9.718	10.087
İstasyon-İstasyon Yolları - Branch-Station Line	2.346	2.358	2.366	2.379	2.398
TOPLAM YOLLAR - Total Lines					
Total Lines	11.940	12.000	12.008	12.097	12.485
Elektrikli - Electrified	3.161	3.159	3.216	3.304	3.748
Sıvısalı - Steamlocomotive	7.908	7.908	4.016	4.035	4.413

Kaynak: T.C. Demiryolları İstatistik Yıllığı 2010-2014, sayfa 21

Yıl	2004-2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Km	8697	8699	9080	9594	9642	9642	9718

Kaynak: AB Eurostat



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu

September 15, 2015

Slide 16

Türkiye Demiryolları: Yüksek Hızlı Tren

	1. Hat - 1 st Line	2. Hat - 2 nd Line	Toplam Anahat Total Mainline	İstasyon Yolu Station Line	Toplam - Total
Sincan - Eskişehir	221	221	442	3	445
Eskişehir - Pendik	155	151	306	13	319
Polatlı - Konya	212	213	425	13	438
Müşelles	5	6	11	-	11
TOPLAM	593	591	1.184	29	1.213

Kaynak: T.C. Demiryolları İstatistik Yıllığı 2010-2014, sayfa 16

İşletimde olan hatlar:
Ankara-Eskişehir-İstanbul
Ankara-Konya
Eskişehir-Konya

10. Kalkınma Planı (2014-2018) kapsamında etüd-proje-inşa aşamasındakiler:

Ankara-Sivas (405 km, İnşa aşamasında)
Ankara-Bursa (105 km, İnşa aşamasında)
Ankara-İzmir (623 km, İnşa aşamasında)
Kayseri-Yerköy (142 km, etüt-proje aşamasında)

Kaynak: Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolu Sektörü, sayfa 152-159

Sivas-Erzincan (246 km, inşa aşamasında)
Bandırma-Bursa-Ayazma (75 km, inşa aşamasında)
Konya-Karaman (102 km, inşa aşamasında)
Mürşitpınar-Şanlıurfa (proje aşamasında)
Nusaybin-Habur (proje aşamasında)

Kaynak: Ulaştırma Bakanlığı, Demiryolu Sektörü, sayfa 164-167



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 17

Yüksek Hız

THE HIGHSPEED DEFINITION OF THE EUROPEAN UNION

DIRECTIVE 96/48/EC APPENDIX 1

2. Rolling stock

The High Speed advanced-technology trains shall be designed in such a way as to guarantee safe, uninterrupted travel:

- at a speed of at least 250 km/h on lines specially built for High Speed, while enabling speeds of over 300 km/h to be reached in appropriate circumstances,
- at a speed of the order of 200 km/h on existing lines which have been or are specially upgraded,
- at the highest possible speed on other lines.

3. Compatibility of infrastructure and rolling stock

High Speed train services presuppose excellent compatibility between the characteristics of the infrastructure and those of the rolling stock.

1. Infrastructure

a) The infrastructure of the trans-European High Speed system shall be that on the trans-European transport network identified in Article 129C of the Treaty:

- those built specially for High Speed travel,
- those specially upgraded for High Speed travel. They may include connecting lines, in particular junctions of new lines upgraded for High Speed with town centre stations located on them, on which speeds must take account of local conditions.

b) High Speed lines shall comprise:

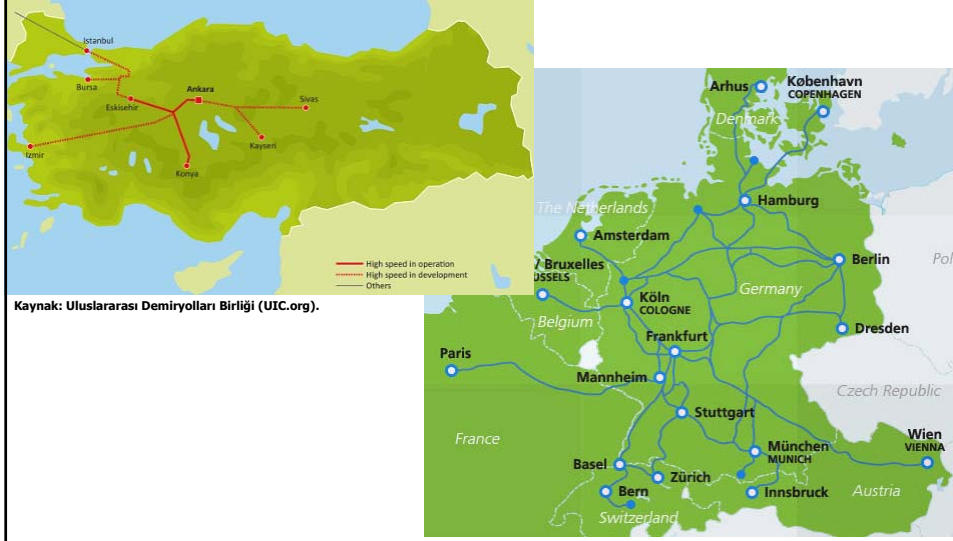
- Specially built High Speed lines equipped for speeds generally equal to or greater than 250 km/h,
- Specially upgraded High Speed lines equipped for speeds of the order of 200 km/h,
- Specially upgraded High Speed lines which have special features as a result of topographical, relief or town-planning constraints, on which the speed must be adapted to each case.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 18

Yüksek Hızlı Demiryolları



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 19

Demiryollarında Gelişmeler

- **1964:** 01.10.1964 ilk hızlı tren Tokyo – Osaka Hattı
- **29792 km:** 01.04.2015 itibariyle toplam yüksek hızlı hat uzunluğu
- **3603:** Nisan 2015 itibariyle yüksek hızlı tren set sayısı
- **574.8 km/sa:** Hız rekoru, 2007 Fransa
- **320 km/sa:** Enbüyük işletme hızı, Nisan 2015
- **1600*10⁶:** Yüksek hızlı trenle yıllık yolculuk
 - 800 milyon yolcu/yıl Çin H.C.
 - 355 milyon yolcu/yıl Japonya
 - 130 milyon yolcu/yıl Fransa
 - 315 milyon yolcu/yıl Dünya'nın geri kalanı

Değerler, Uluslararası Demiryolları Birliği (UIC) verilerinden alınmıştır.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 20

Demiryollarının Sınıflandırılması

- **Arazi durumuna göre eğim büyüklüğünün değişimine bağlı olarak sınıflandırma:**
 - Düz arazi demiryolları (eğim $< 3-4\%$)
 - Arızalı arazi demiryolları (eğim $4-15\%$)
 - Dağlık arazi demiryolları (eğim $15-25\%$)
 - Dağ demiryolları (eğim $> 25\%$)
- **Taşıma uzaklığı ve ilgili trafik grubuna göre sınıflandırma:**
 - Kentler arası (uzak mesafe) demiryolları
 - Banliyö demiryolları
 - Kentiçi ya da metropoliten demiryolları (tramvay, metro..)
- **Çekim kuvveti kaynağı ve uygulaması yönünden sınıflandırma:**
 - Lokomotifle çekim: Treni oluşturan arabalar dizisi, üzerinde çekim kuvvetinin oluşturulduğu özel bir araba (lokomotif) ile çekiliyorsa.
 - Otomotris ya da otaray çekim: Taşınan yolcu ya da yükün ve üretilen çekim kuvvetinin aynı araba içinde olması.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 21

Demiryollarının Sınıflandırılması

- **Çekim kuvveti;**
 - lokomotif içindeki buhar makinesi yardımıyla elde ediliyorsa 'buharlı çekim',
 - dizel motoru yardımıyla elde ediliyorsa 'dizelli çekim' ya da
 - elektrik akımı ve elektrik motoru yardımıyla elde ediliyorsa 'elektrikli çekim' söz konusudur. Elektrikli çekimde; sabit bir merkezde üretilen elektrik akımı hat boyunca taşınarak hattın lokomotife alınır, elektrik motoruna verilerek buradan çekim kuvveti elde edilir.
- **Hat genişliğine göre demiryollarının sınıflandırması:**
 - Normal Hat: Hat genişliği 1435 mm ise.
 - Geniş Hat: Hat genişliği > 1435 mm ise
 - Dar Hat: Hat genişliği < 1435 mm ise



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 22

Demiryollarının Üstün Yanları

- Enerji tüketimi azdır.
- Hız yüksektir. 1956'da Fransa'da 331km/sa hız rekoru kırılmış, 1964 Tokyo Olimpiyatları'ndan beri Tokyo-Osaka arası 515 km'lik Tokaido hattı, 210km/sa hızla, 2 ara istasyonla yaklaşık 3 saatte alınabilmektedir. Paris-Lyon arası 300km/sa ile çekilmektedir.
- **Güvenlik:** Ulaştırma türleri kaza istatistikleri, demiryollarının en güvenilir olduğunu göstermektedir.
- **Kapasite:** Yolcu ve yük taşıma yönünden demiryolları en elverişli ulaştırma türüdür. Harekete karşı koyan direnimleri az olmasından dolayı, ağır yükler küçük çekim gücü ve az personelle taşınabilir. Dolayısıyla i) banliyö trafiği, ii) tatil vb nedenle ani yükselme gösteren trafik, iii) hammadde gibi kitle halinde yük taşıma için demiryolları vazgeçilmezdir. Kapasite sınırı aşılmaksızın ve büyük harcamalara gerek olmadan, taşınan yolcu ve yük miktarı arttırılabilir, başka deyişle, trafik istemine kolayca uyulabilir.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 23

Demiryollarının Üstün Yanları

- **Arazinin iyi kullanımı:** Hat ve arabalar çok az yer kaplamasına karşın büyük yükler taşırlar.
- **Otomatizasyon:** Arabaların raylarla kılavuzlanmasında dolayı otomatizasyona elverişlidir.
- **Güncel teknolojilere açık:** Çekim sistemi yönünden teknolojik gelişmelere açıktır. Buharlı, dizelli, elektrikli çekime ek olarak helikopter motorlarından esinlenen gaz türbünlü motorlarla çekim uygulama alanına girmiştir.
- **Çevreye duyarlı:** Özellikle meskun bölgelerdeki elektrikli banliyö çekimi ile havayı kirletmez.
- **Hava koşulları:** Kötü hava koşullarından en az etkilenen ulaştırma sistemidir.
- **Artan verim:** Demiryollar, ekonomik yönden artan verimle çalışan kuruluşlardır. Trafik artmasıyla doğacak giderler, elde edilecek gelirlere oranla küçük kalır.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 24

Demiryollarının Zayıf Yanları

- **İnşaa yatırımı yüksek maliyetlidir:** Ray-tekerlek arası sürtünmenin az oluşundan dolayı küçük eğimlerin kullanılması ve dingillerin yaklaşık rijit paralel olmasından dolayı büyük kurba yarıçapları kullanılması gereği; güzergahın araziye uyumunu zorlaştırdığı gibi güzergah boyunu uzatarak toprak işini, köprü-tünel-viyadük gibi sanat yapılarının sayısını ve uzunluğunu arttırır. Yapılan yol inşası yatırımının geri dönüşü olamayacağından, inşaat dikkatli planlanmalıdır. Gerçi yüksek hız ve hizmet düzeyine sahip otoyollarda da eğimlerin düşük (<3-4) ve kurba yarıçaplarının büyük olması şartı vardır. Dolayısıyla; demiryolu ve karayolu inşa yatırımları arasındaki farklar giderek azalmaktadır.
- **Demiryollarının rijitliği:** Demiryolu taşıtlarının hareketlerinin, rayların kılavuzlamasıyla belirli bir eğri üzerinde olmasının yararlarının yanında zararları da vardır. Bu durum işletme yönünden zorluklar oluşturur. Ayrıca özel tesislerin gerekmesi, hem yatırım maliyetlerini hem de işletme maliyetlerini arttırır.



INS351 Toprak İşleri ve Demiryolu Mühendisliği (CRN: 13133), Güz 2015
Prof. Dr. Hilmi Berk Çelikoglu, Araş. Gör. Mehmet Ali Silgu
September 15, 2015

Slide 25