

Demiryolu Hemzemin Geçitleri için Hatada-Güvenli Sinyalizasyon ve Anlaşman Tasarımı

U. Yıldırım¹, M. S. Durmuş², A. Kurşun², M. T. Söylemez²

¹Kontrol Mühendisliği
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
yildirimu@itu.edu.tr

²Kontrol Mühendisliği
İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul
{durmumu, kursuna, soylemezm}@itu.edu.tr

Özetçe

Hemzemin geçitler (geçit üzerinde seviye dereceli kavşak), karayolu ve demiryolu trafiğinin iç içe geçtiği bölgeler olması nedeni ile demiryolu hatlarındaki güvenlik açısından en riskli bölgeleri olarak kabul edilmektedir. Uyarı işaretlerinin önemsenmemesi, cihaz arızaları veya dikkatsizlik gibi insan kaynaklı hatalar çoğu zaman kaza ile sonuçlanmaktadır. Hemzemin geçitlerde meydana gelen kazaları azaltmak amacıyla yeni standartlar oluşturulmuş ve çeşitli önlemler geliştirilmiştir. Bunlara ek olarak, güvenli sinyalizasyon tasarımı için biçimsel yöntemlere olan ihtiyaç da artmaktadır. Bu çalışmada hemzemin geçit içeren bir demiryolu bölgesi Petri Ağları (PA) ve Otomasyon Petri Ağları (OPA) ile modellenerek hatada-güvenli sinyalizasyon tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımın doğruluğunu kontrol etmek amacı ile bir SCADA arayüzü geliştirilerek hata durumlarının da göz önünde bulundurulduğu olası tüm işletme senaryoları denenmiştir.

1. Giriş

Demiryollarında en önemli hedef *güvenli ulaşımın* sağlanmasıdır. Her ne kadar yeni teknolojiler [1] ve gelişmeler hataların azalmasına neden olsa da, demiryollarında hatalar çoğu zaman ölümcül kazalar ile sonuçlanmaktadır [2], [3].

Bu tip kazaların önlenmesi amacıyla yeni standartlar oluşturulmuştur [4-6]. Hemzemin geçitlerde güvenliğin sağlanması [7] olası risklerin değerlendirilmesi [8], hata ağacı analizi [9] veya PA [10], [11] gibi çeşitli yöntemler kullanılarak incelenmiştir. PA'na ek olarak demiryolu bölgeleri için sinyalizasyon ve anlaşman tasarımında OPA da tasarıma getirmiş olduğu kolaylık ve görsellik nedeni ile kullanılmaktadır [12-16].

Modellenen sistemler için hatalar kaçınılmaz olduğu halde literatürde bulunan PA modellerinin çoğu hata durumlarını göz ardı etmektedir [17-24]. Demiryolları gibi insan hayatının birinci derecede söz konusu olduğu ulaşım sistemlerinde, olası hata durumlarının da göz önünde bulundurularak tasarımı

yapılan sinyalizasyon ve anlaşman yazılımı sistemin güvenilirliğini ve güvenliğini arttırmaktadır.

Sistemler çalışırken meydana gelen arızaları veya oluşan hataları belirleyerek eğer gerekli ise tüm sistemi önceden tanımlanmış *güvenli duruma* alan sistemler *hatada-güvenli* sistemler olarak adlandırılmaktadır. Hata durumuna örnek olarak, demiryollarında kullanılan makaslardan aynı anda hem normal hem de ters pozisyon bilgisi alınması veya makas pozisyonunun gereken durumlarda standartlarca belirlenmiş olan *bir* süre içinde değişmemesi gösterilebilir. Eğer bu gibi hata durumları oluşursa tüm sistem *güvenli duruma* geçerek ulaşımın tehlikeye düşmesi önlenmektedir (sisteme ait tüm bileşenler için olası hata durumunda yapılması gerekenler önceden tanımlanmaktadır). Herhangi bir sebepten dolayı hemzemin geçit de bulunan bariyer kapanması gerektiği halde kapanmaz ise hemzemin geçide yaklaşan tren için ışık kırmızıya dönmekte, Trafik Kumanda Merkezi hata durumu ile ilgili olarak bilgilendirilmekte, ayrıca karayolunda bulunan sürücülere kırmızı ışık yakılarak demiryoluna girmeleri engellenmektedir.

Bu çalışmada bir demiryolu bölgesi hata durumları da göz önünde bulundurularak PA ve OPA ile modellenmiştir. Elde edilen model FBD (Function Block Diagram) yapısına çevrilerek sinyalizasyon ve anlaşman tasarımı yapılmıştır. Elde edilen FBD programı EN 50126, EN 50128, EN 50129 ve IEC 61508 standartlarına belirlenmiş güvenlik seviyesini (Safety Integrity Level - SIL) sağlayan hatada-güvenli PLC üzerinde gerçekleştirilmiştir.

2. Demiryolu Sinyalizasyon Sistemi Bileşenleri

2.1. Trafik Kumanda Merkezi (TKM)

Trafiğin tek bir merkezden kontrol edildiği sistemlerde TKM kendi yetkisi altında bulunan tüm demiryolu trafiğinde sorumlu olan birimdir. Güzergah tanzimleri, tren konumları ve bilgileri, makas konumları, sinyal durumları bu merkeze gelmekte ve burada gerekli işlemler gerçekleştirilmektedir. Güzergah tanzim talepleri TKM'de bulunan dispeçer tarafından gerçekleştirilmektedir. Anlaşman yazılımına

iletilen tanzim talepleri sahanın o andaki durumu ile karşılaştırılarak kabul edilmekte veya ret edilmektedir. Anlaşman yazılımı sadece demiryolu trafiğini tehlikeye düşürmeyecek taleplere izin vermektedir. Bu nedenle sinyalizasyon sisteminin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Çalışma yapısı Şekil 1'de gösterilmiştir.

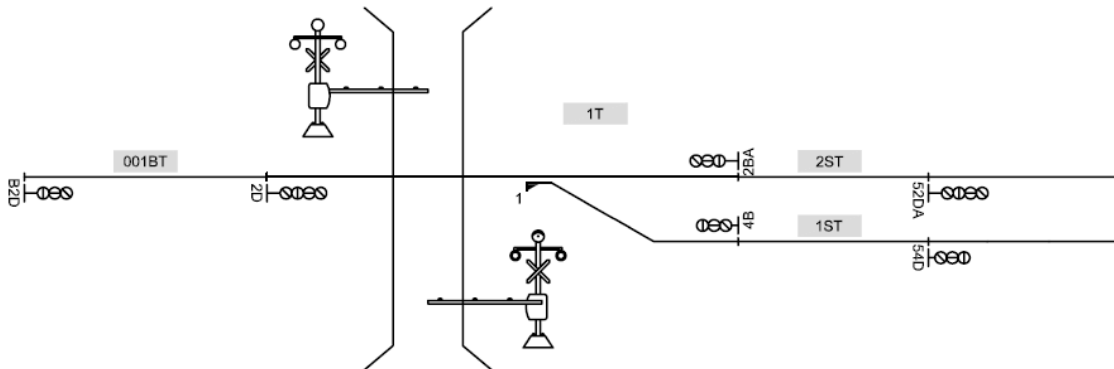


Şekil 1: Sinyalizasyon sistemi blok diyagramı

Dispeçer tarafından yapılan güzergah tanzim talebi anlaşman yazılımı tarafından kabul edildikten sonra bu kabul bilgisi TKM'ne bildirilmektedir. TKM'nden gelen onaydan sonra güzergah tanzimi ile ilgili komutlar sahaya gönderilmekte ve elektronik olarak kilitlenmektedir. Tren kendisi için tanzim edilen güzergahta ilerledikçe geçmiş olduğu ray devreleri serbest hale gelmekte ve bir sonraki tanzim için uygun hale gelmektedir.

2.2. Ray Devreleri (RD)

Demiryollarında trenlerin konumlarını belirlemek amacı ile kullanılan basit elektronik elemanlardır. Türkiye'de bulunan demiryollarında AC veya DC RD kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde RD yerine aks sayıcı devrelerde kullanılmaktadır.



Şekil 2: Demiryolu bölgesi

RD, anlaşman yazılımına ve TKM'ne trenlerin konum bilgilerini iletmektedir [25], [26].

2.3. Renkli Sinyal Lambaları (RSL)

Karayollarında kullanılan trafik lambalarına benzer olarak, demiryollarında kullanılan RSL makinistlere önlerinde bulunan güzergah hakkında bilgi vermektedir. RSL'na ait renk bilgileri Tablo 1'de verilmiştir.

2.4. Makaslar

Demiryolu hatları arasına veya istasyon bölgelerine yerleştirilen makaslar trenlerin bir hattan diğerine geçmesini sağlamaktadır. Makaslar *normal* veya *ters* olmak üzere iki farklı konumda bulunabilmektedir. Bu çalışmada eğer makas pozisyonu olarak ne normal ne de ters bilgisi alınamıyorsa veya aynı anda her iki pozisyon bilgisi de alınıyorsa, makas arıza (hata) durumunda olarak kabul edilmektedir. Bu pozisyon bilgileri anlaşman yazılımına geribesleme olarak gönderilmektedir.

2.5. Yanar Söner Işıklar ve Geçit Bariyeri

Hemzemin geçitlerde karayolunda bulunan araçlara trenin yaklaştığı hakkında bilgi vererek karayolu trafiğini engellemek (bariyer kapalı) veya izin vermek (bariyer açık) amacı ile kullanılmaktadır [8], [25].

3. Otomasyon Petri Ağları (OPA)

PA'larının [27] yetkilendirme ve yasaklama oklarının da eklenmesi ile genişletilmiş yapısı OPA olarak adlandırılmaktadır [18], [19]. OPA genel yapısı denklem 1'de gösterilmektedir.

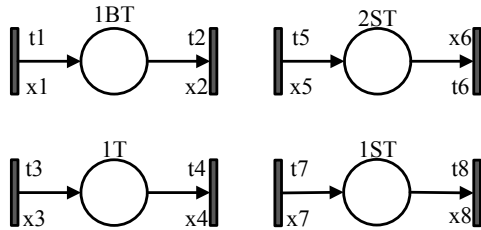
$$APN = (P, T, Pre, Post, In, En, \chi, Q, M_0) \quad (1)$$

Eklenen yetkilendirme ve yasaklama okları geçişlere fazladan koşullar eklemek amacıyla kullanılmakta ve OPA yapısında bulunan jeton sayısına etki etmemektedir. Daha geniş bilgi [19]'da bulunmaktadır.

4. Demiryolu Bölgesinin Modellenmesi

Bu çalışmada Şekil 2'de gösterilen demiryolu bölgesi için PA ve OPA kullanılarak hatada güvenli bir anlaşılan sistemi tasarlanmıştır. Bu demiryolu bölgesinin içinde dört adet RD (001BT, 1T, 1ST ve 2ST), altı adet RSL (B2D, 2D, 52DA, 54D, 2BA ve 4B) ve bir adet hemzemin geçit bulunmaktadır. Ayrıca bu demir yolu bölgesine batıda bir, doğuda iki tane olmak üzere toplam üç adet giriş hattı bulunmaktadır. Demiryolu bölgesinin yapısına bakıldığında 001BT-1ST, 001BT-2ST, 1ST-001BT ve 2ST-001BT olmak üzere dört farklı güzergah tanzimi yapılabileceği görülmektedir.

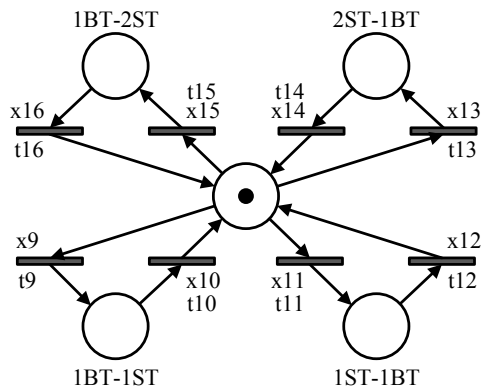
Demiryolu bölgesinde bulunan tüm elemanlar ayrı olarak modellenmiştir. Eğer bir ray devresinin üzerinde tren varsa modeldeki ilgili yere bir jeton atılır. Tren, ray devresinden çıktıktan sonra da ilgili yerdeki jeton geri çıkarılır. Ray devrelerinin modeli Şekil 3'te verilmiştir.



Şekil 3: Ray devrelerinin PA modeli

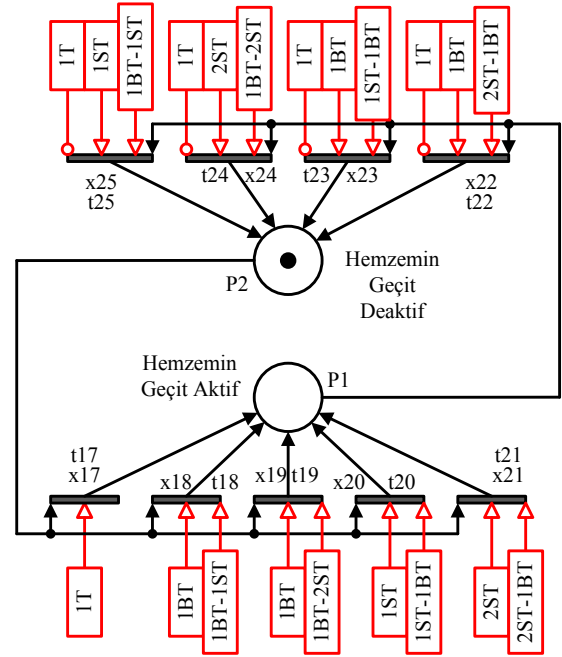
Trenler aynı anda birden çok ray devresini meşgul edebilecek uzunlukta olabilirler. Bu yüzden her bir ray devresi ayrı ayrı modellenmiştir ve böylece her bir ray devresinin meşgul olup olmadığı görülebilmektedir. Bu PA tasarımında ray devreleri yer, trenler ise jeton olarak modellenmiştir.

Trafik kumanda merkezi modelinde ise, bu demiryolu bölgesinde mümkün olan dört güzergah tanzimi ayrı yerler olarak modellenmiştir ve modelde aynı anda sadece bir güzergah tanzimi yapılmasına izin verilmiştir. Trafik kumanda merkezinin modeli Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4: Trafik kumanda merkezinin PA modeli

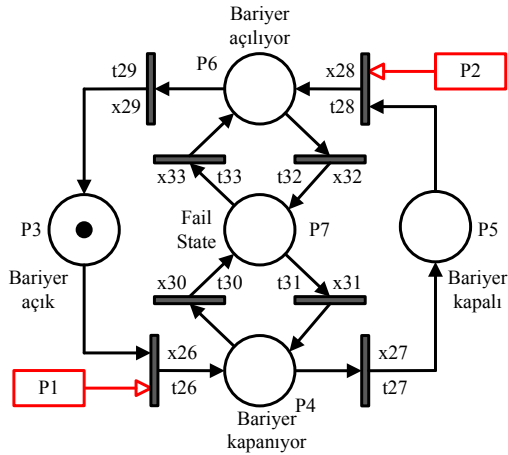
Hemzemin geçit, geçit bariyeri ve yanar söner ışıkların modelleri sırasıyla Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 5: Hemzemin geçidin PA modeli

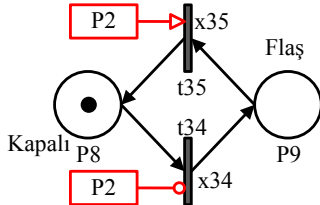
Demiryolu bölgesinde herhangi bir güzergah tanzimi yokken, geçit bariyeri açık durumda, yanar söner ışıklar ise sönmüş durumdadır ve karayolu trafiğine izin verilmektedir. Bu duruma hemzemin geçidin deaktif durumu denilmektedir. Fakat hemzemin geçit bölgesi üzerinde bir güzergah tanzimi yapılırsa ve bu güzergaha da bir tren girmişse hemzemin geçit, karayolu trafiğine kapanacaktır. Örneğin 001BT'de 1ST'ye yol tanzimi yapılmışsa, TKM yerindeki jeton 1BT-1ST yerine geçecektir ve bu da Şekil 5'deki t18 geçişini yetkilendirecektir. Fakat tek başına bu durum hemzemin geçidin kapanmasına yetmeyecektir. Bu güzergahın başlangıç ray devresi olan 001BT'ye tren girdiği anda t18 geçişi tamamen yetkilendirilecektir ve hemzemin geçit aktif durumuna geçecektir.

t18 geçişi tetiklendikten sonra Şekil 6'da görüldüğü gibi normalde açık durumda bulunan geçit bariyeri t26 geçişini tetikleyerek kapanmaya başlayacaktır ve aynı zamanda yanar söner ışıklar da çalışmaya başlayacaktır. Eğer bariyer önceden belirlenmiş bir sürede tamamen kapanmazsa t30 geçişi tetiklenerek hata durumuna geçilir ve bu bilgi TKM'ye iletilir. Hata giderildikten sonra jeton hata durumunda çıkarak ilgili duruma gider. Eğer bariyer doğru bir şekilde kapanırsa, jeton t27 geçişi üzerinden bariyer kapalı durumuna geçer. Tren hemzemin geçidin bulunduğu ray devresinden çıkıp, bir sonraki ray devresine ulaştığında ise hemzemin geçit tekrar deaktif durumuna gelir ve jeton t28 geçidinden geçerek bariyerin açılmaya başlamasını sağlar. Yine bu durumda belli bir süre içinde bariyer tam olarak açılmazsa t32 geçişi üzerinden hata durumuna geçilir. Bariyer doğru bir şekilde açılırsa da jeton t29 geçişinden geçerek bariyer açık durumuna gelir.



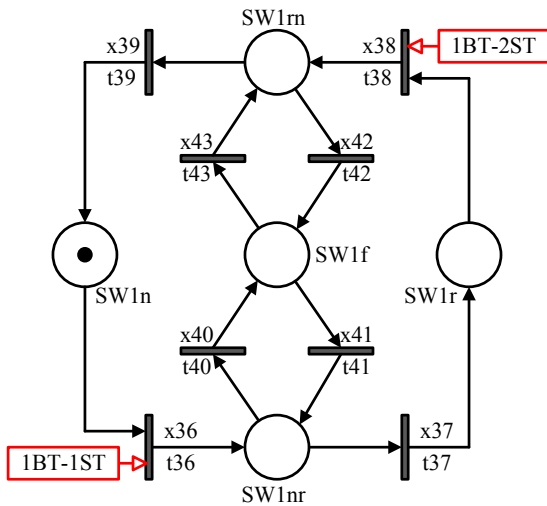
Şekil 6: Geçit bariyerinin OPA modeli

Hata durumunda (eğer P7'de jeton varsa), renkli sinyal lambaları hemen sarı üzeri kırmızı yakılarak makinist uyarılır. Makinist ayrıca hata durumdaki sorun hakkında bilgilendirilir. Hata durumu giderildikten sonra jeton bir önceki konumuna gider.



Şekil 7: Yanar söner ışıkların OPA modeli

Makas 1'e ait model Şekil 8'de verilmiştir. Geçit bariyeri modelindeki gibi, makas istenilen konuma önceden belirli bir süre içinde ulaşmazsa hata durumuna geçer.

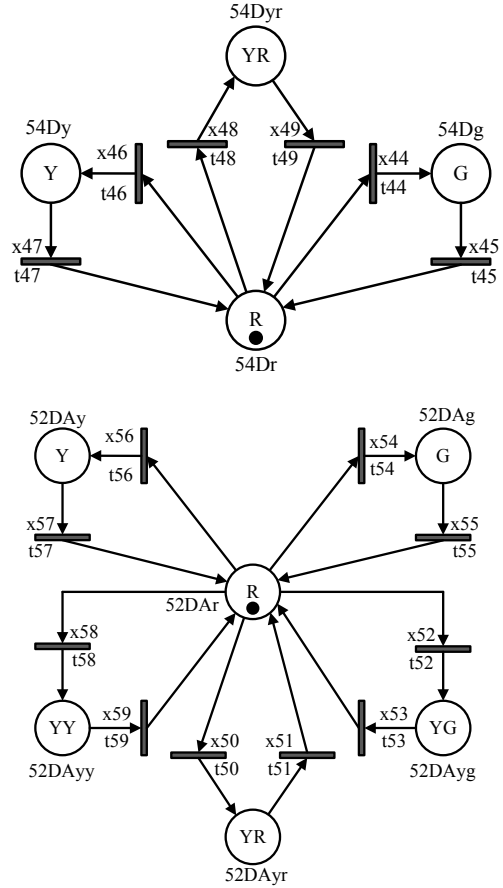


Şekil 8: Makas 1'in OPA modeli

Örneğin 001BT-1ST güzergah tanzimi için normal konumda olan makas 1, ters konuma gitmelidir. Güzergah tanzimi yapıldığında jeton t36 geçişi üzerinden geçerek makas ters

konuma gitmeye başlar. Eğer belirli süre içerisinde makas ters konuma ulaşmazsa jeton t40 geçişinden hata durumuna geçer.

Son olarak renkli sinyal lambaları Şekil 9'da gösterildiği gibi modellenmiştir. 54D üçlü cüce sinyal ve 52DA dörtlü yüksek sinyaldir. Modelde görüldüğü gibi güzergah tanzimi yokken tüm sinyaller kırmızı yanmaktadır. Güzergah tanzimi gerçekleştiği zaman, ilgili renkli sinyal lambası gerekli renk kombinasyonunda yanmaktadır. Yerler arasındaki geçişleri sağlayan bazı olaylara ilişkin açıklamalar Tablo 2'de verilmiştir.



Şekil 9: 54D ve 52DA sinyallerinin OPA modeli

5. Sonuçlar

Bu çalışmada hemzemin geçit bulunan bir demiryolu bölgesi hata durumları da göz önünde bulundurularak PA ve OPA ile modellenmiştir. Elde edilen model literatürde bulunan PA yapılarından farklı olarak sistemde bulunan bileşenlere ait olası hata durumlarını da içermektedir. Bu hata durumlarının eklenmesi sistem güvenilirliğini artırarak, herhangi bir hatanın gerçekleşmesi durumunda sistem bileşenlerini güvenli duruma alarak ulaşımın güvenli olarak gerçekleştirilmesi sağlamıştır. Elde edilen modeller FBD yapısına dönüştürülerek HIMA® F30 PLC üzerinde gerçekleştirilmiştir. Demiryolu bölgesinde gerçekleştirilebilecek olası güzergah tanzimleri ve hata durumları SCADA arayüzünde denenmiştir. SCADA arayüzü Şekil 10'da verilmiştir.

Teşekkür : Bu çalışma TÜBİTAK 108G186 numaralı *Ulusal Demiryolu Sinyalizasyon Projesi* tarafından desteklenmektedir.

6. Kaynakça

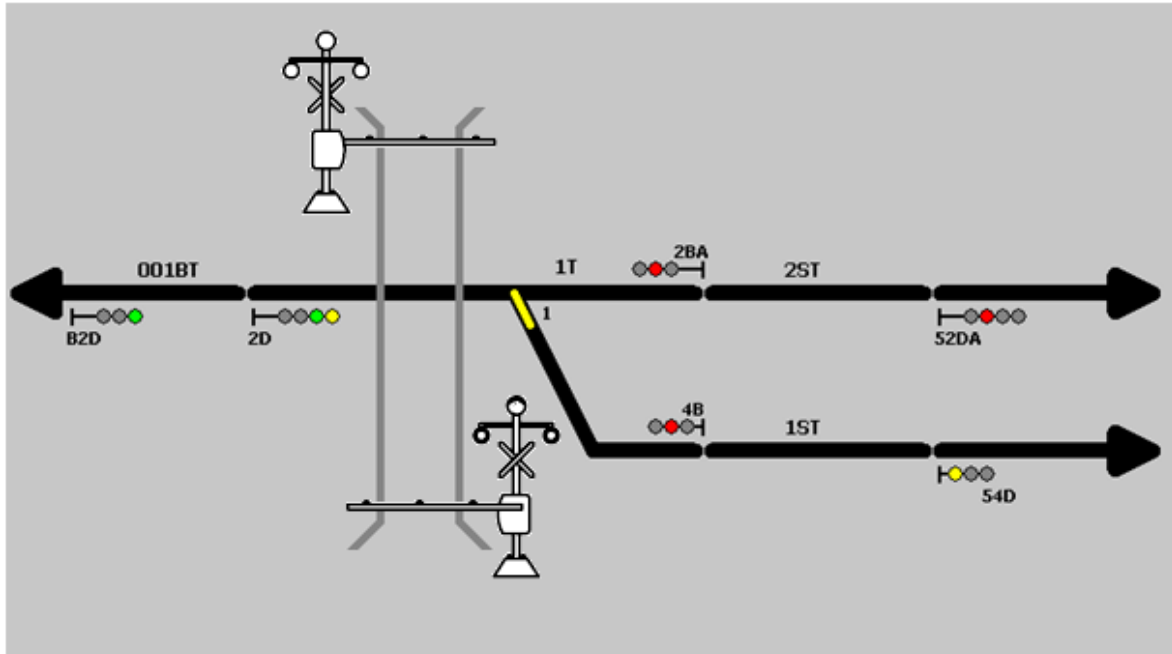
- [1] A.F. Rumsey, "Developments in Train Control Worldwide," The 11th IET Professional Development Course on Railway Signalling and Control Systems, York, UK, s:223-232, 2006.
- [2] G.J. Kuepper, "150 Years of Train-Disasters - Practical Approaches for Emergency Responders," *9-1-1 Magazine*, Cilt: September/October, s:30-33, 1999.
- [3] Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_level_crossing_accidents, 15.03.2010.
- [4] K.W. Burrage, "Railway Safety Standards," Proc. of the IEE Conference on Electric Railways in a United Europe, s:153-157, 1995.
- [5] National Railway Level Crossing Safety Strategy (2010-2020), *Australian Transport Council, Rail Level Crossing Group*, 2010.
- [6] H.J. Reder, "Cross Acceptance of Safety Approvals in The Rail Industry: A Manufacturer's Viewpoint," Proc. of the 1st IET International Conference on System Safety, London, UK, s:338-343, 2006.
- [7] CarrsQ, "State of The Road: Railway Level Crossing Safety Fact Sheet," 2008.
- [8] S. Anandarao ve C.D. Martland, "Level Crossing Safety on East Japan Railway Company: Application of Probabilistic Risk Assessment Techniques," *Transportation*, Cilt:25, s:265-286, 1998.
- [9] W. Reif, G. Schellhorn ve A. Thums, "Safety Analysis of a Radio-Based Crossing Control System Using Formal Methods," Proc. of the 9th IFAC Symposium Control in Transportation Systems, 2000.
- [10] S. Einer, R. Slovak, E. Schneider, "Modeling Train Control Systems with Petri Nets - An Operational Specification," Proc. of the IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics, Cilt:5, s:3207-3211, 2000.
- [11] O. Kluge, "Modelling a Railway Crossing with Message Sequence Charts and Petri Nets," *Lecture Notes in Computer Science*, Cilt:2472, s:197-218, 2003.
- [12] M. S. Durmuş ve M. T. Söylemez, "Petri Ağları ile Demiryolu Anlaşman ve Sinyalizasyon Tasarımı," ELECO'08 konferansı, Bursa, 2008.
- [13] M. S. Durmuş ve M. T. Söylemez, "Automation Petri Net Based Railway Interlocking and Signalization Design," INISTA'09, International Symposium on INnovations in Intelligent SysTems and Applications, Karadeniz Technical University, Trabzon, 2009.
- [14] M. S. Durmuş ve M. T. Söylemez, "Railway Signalization and Interlocking Design via Automation Petri Nets," ASCC'09, The Seventh Asian Control Conference, 26-29 August, Hong Kong, 2009.
- [15] M. S. Durmuş, M. T. Söylemez ve E. Avşaroğulları, "Coloured Automation Petri Nets Based Interlocking and Signalization Design," The 6th IFAC International Workshop on Knowledge and Technology Transfer in/to Developing Countries-DECOM-IFAC'09. Ohridean Riviera, R. Macedonia, September 26-29, 2009.
- [16] S. Saygın, İ. Yakın, M.S. Durmuş ve M.T. Söylemez, "Petri Ağlarıyla Demiryolu Makas Bölgelerinin Anlaşman Ve Sinyalizasyonu Tasarımı," Otomatik Kontrol Ulusal Toplantısı, TOK'09, İstanbul, 2009.
- [17] X. Ren ve M.C. Zhou, "Tactical Scheduling of Rail Operations: A Petri Net Approach," Proc. of the IEEE Conference on Systems, Man and Cybernetics, s:3087-3092, 1995.
- [18] M. Uzam ve A.H. Jones, "Discrete Event Control System Design Using Automation Petri Nets and Their Ladder Diagram Implementation," *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Cilt:14, s:716-728, 1998.
- [19] M. Uzam, "Petri-net-based Supervisory Control of Discrete Event Systems and Their Ladder Logic Diagram Implementations," PhD. Thesis, University of Salford, Salford, M5 4WT, UK, 1998.
- [20] M.M Hörste, "Modeling and Simulation of Train Control Systems using Petri Nets," Proc. of the 3rd FMRail Workshop, 1999.
- [21] S. Peng ve M.C. Zhou, "Sensor-Based Petri Net Modeling for PLC Stage Programming of Discrete-Event Control Design," Proc. of The IEEE International Conference on Robotics & Automation, Washington, DC, s:1907-1912, 2002.
- [22] A. Febraro, G. Porta ve N. Sacco, "A Petri Net Modeling approach of Intermodal Terminals Based on Metrocargo© System," Proc. of The IEEE Intelligent Transportation Systems Conference, Toronto, Canada, s:1442-1447, 2006.
- [23] A. Giua ve C. Seatzu, "Modeling and Supervisory Control of Railway Networks Using Petri Nets," *IEEE Trans. on Automation Science and Engineering*, Cilt:5, s:431-445, 2008.
- [24] A.M. Hagalisletto, J. Bjork, I.C. Yu ve P. Enger P, "Constructing and Refining Large-Scale Railway Models Represented by Petri Nets," *IEEE Trans. On System, Man and Cybernetics-Part C: Applications and Reviews*, Cilt:37, s:444-460, 2007.
- [25] S. Hall, *Modern Signalling Handbook*, Ian Allan Publishing, England, 2001.
- [26] J. Palmer, "The Need for Train Detection," Proc. of the 11th IET Professional Development Course on Railway Signalling and Control Systems, York, UK, s: 47-53, 2006.
- [27] T. Murata, "Petri Nets: Properties," *Analysis and Applications, Proceeding of IEEE*, Cilt:77, s:541-580, 1989.

Tablo 1: Renkli sinyal lambalarının renk kombinasyonlarının açıklamaları

	Dörtlü Yüksek Sinyal	Yeşil Sarı Kırmızı Sarı-Yeşil Sarı-Sarı Sarı-Kırmızı	: : : : : :	Öndeki iki blok boş, tren ilerleyebilir. Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir. Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır. Sapma var ve öndeki iki blok boş, tren ilerleyebilir. Sapma var ve öndeki sadece bir blok boş, tren belli bir hızda ilerleyebilir. Tren her an durabilecek şekilde ilerlemelidir.
	Üçlü Yüksek Sinyal	Yeşil Sarı Kırmızı	: : :	Öndeki iki blok boş, tren ilerleyebilir. Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir. Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır.
	Üçlü Cüce Sinyal	Yeşil Sarı Kırmızı Sarı-Kırmızı	: : : :	Öndeki iki blok boş, tren ilerleyebilir. Bir öndeki blok boş, fakat ondan sonraki dolu, tren belli bir hızda ilerleyebilir. Bir sonraki blok dolu, tren durmalıdır. Tren her an durabilecek şekilde ilerlemelidir.

Tablo 2: Yerler arasındaki geçişleri sağlayan bazı olaylara ilişkin açıklamalar

x1: 001BT ray devresine tren girişi x2: 001BT ray devresinden tren çıkışı x9: 001BT'den 2ST'ye güzergah tanzimi yapılması x10: Güzergah tanziminin kaldırılması x17: Hemzemin geçidi aktif hale getir. (eğer T1'de tren varsa) x22: Hemzemin geçidi deaktif hale getir (eğer 2ST-1BT güzergah tanzimi yapılmışsa ve tren 1T'den çıkmışsa) x26: Bariyeri kapat. x27: Bariyer kapandı. x28: Bariyeri aç. x29: Bariyer açıldı. x30: Bariyer t_b zamanında kapanmadı. x31: Bariyeri tekrar kapat. x32: Bariyer t_b zamanında açılmadı. x33: Bariyeri tekrar aç.	x34: Yanar söner ışıkları aç. x35: Yanar söner ışıkları kapat. x36: Makası ters konuma getir. x37: Makas ters konuma geldi. x38: Makası normal konuma getir. x39: Makas normal konuma geldi x40: Makas t_s zamanında ters konuma gelememi. x41: Makası tekrar ters konuma getir. x42: Makas t_s zamanında normal konuma gelememi. x43: Makası tekrar normal konuma getir. x44: 54D'yi kırmızıdan yeşile çevir. x45: 54D'yi yeşilden kırmızıya çevir. x50: 52DA'yı kırmızıdan sarı-kırmızıya çevir. x51: 52DA'yı sarı-kırmızıdan kırmızıya çevir.
--	--



Şekil 10: Kullanılan demiryolu bölgesi için tasarlanan SCADA arayüzü