

1930'lu Yılların Teknolojisine Sahip Bir Model Tren Kurgusunun Bilgisayar ile Otomasyonu

Mehmet UTKAN¹

Haydar BAYAR²

Barış DOĞAN³

¹Emekli İngilizce Öğretmeni,

²(M.Sc.) Araştırma Görevlisi, Elektrik Eğitimi Bölümü,

³(M.Sc.) Araştırma Görevlisi, Mekatronik Eğitimi Bölümü,

Marmara Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Göztepe Kampusu 34722, Kadıköy, İstanbul, TÜRKİYE
mehmet_utkan@hotmail.com, {haydarbayar, baris}@marmara.edu.tr

Hobiler, yarattıkları tutku ile bireyi günlük uğraşlar ve telaşlardan uzaklaştırırlar. Böylelikle bireyin zihnen ve ruhen dinlenmesine sebep oldukları için yetişkin insan hayatında önemli rol oynarlar. Kitap okumak, spor yapmak, müzikle uğraşmak gibi hobilerin yanında uçak, araba, tren gibi gerçek araçların belirli oranlarda küçültülmüş modellerinin üretilmesi veya işler halde kullanılması gibi teknolojik hobiler de bulunmaktadır. Bu yazıda ilk örnekleri 1930'lu yıllarda Marklin firması tarafından geliştirilen elektrikli model trenler ve diğer bileşenler ile oluşturulmuş kurgu ve hazırlanan bilgisayar tabanlı otomasyon çalışması anlatılmaktadır.



Şekil.1 Kurgu üzerinde çekilmiş örnek bir tren katarı görüntüsü.

Tamamlanması 2,5 seneden fazla sürmüş olan bu model tren kurgusu içerisine dağıtılmış bir şekilde: 2 tünel; 5 istasyon, 7 lokomotif bakım evi, 3 sinyal kontrol kulesi ve 5 depo olmak üzere yaklaşık 70 bina; 1200 civarında maket ağaç, 1500 insan ve 250 kadar hayvan figürü; 60 civarı aydınlatma direği ve yine 60 civarı bina içi aydınlatma yer almaktadır. Bunların dışında tren hatlarının oluşturulması için uzunluğu yaklaşık 100 m olan 500 den fazla ray döşenmiştir. Hatların yönlendirilmesi ve hat üzerinde bulunan lokomotiflerin hareket kontrollerinin yapılabilmesi için de 41 makas, 8 ön sinyal ve 39 hat sinyali; ayrıca vagonları istenildiğinde lokomotiften ayırabilmek için 29 vagon ayırıcı kullanılmıştır. Hazırlanan bu kurguda dolaşmak üzere farklı modellerde toplam 267 lokomotif (loko) ve 3000 civarı vagon bulunmaktadır.

Model tren kurgusundaki loko, makas, sinyal, vagon ayırıcı ve aydınlatma lambaları gibi bileşenlerin hepsi 16 VAC gerilimle çalışmaktadır. Orijinalinde sistem, kullanıcının elle müdahale ettiği butonlar ile kumanda edilecek şekilde tasarlanmıştır. Sistemi besleyen trafolarda iki çıkış bulunmakta; çıkışlardan biri ray hatlarını beslemekte ve bir varyak ile 0-16 VAC arası ayarlanabilmekte; diğeri ise sinyal, makas, vagon ayırıcı enerji beslemesi ve aydınlatma işlerinde kullanılan sabit 16 VAC üretmektedir.

Kullanıcının aktif etmek istediği sinyal veya makasa ait butona basmasıyla birlikte ilgili bileşen içerisindeki bobinlere enerji vermekte; böylelikle makas konum değiştirerek ray hattının yönünü değiştirmekte veya sinyal konum değiştirerek hatta enerji vermekte/kesmekte ve tren katarı hareket etmekte/durmaktadır.

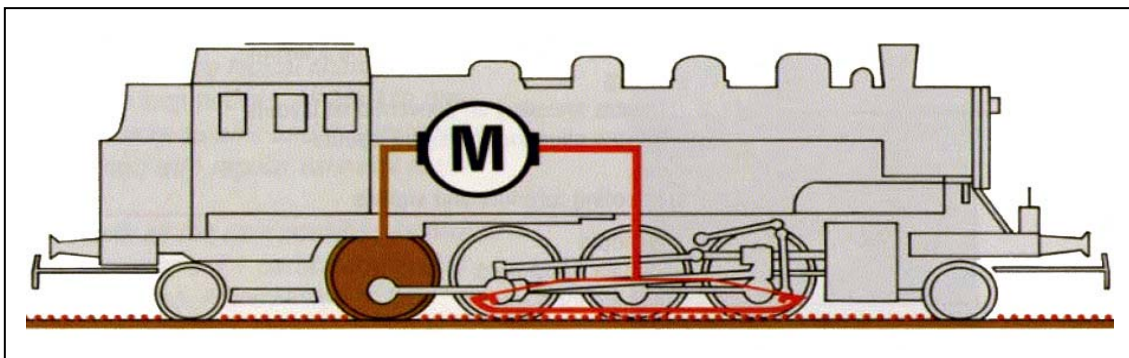


Şekil.2 (a) Vagon ayırıcı, (b) Makas, (c) Çift kollu sinyal

Yapılan çalışmayla orijinali AC gerilim ve mekanik butonlar ile çalışacak şekilde tasarlanmış olan bir model tren kurgusunun, üretilen elektronik kartlar ve arayüz yazılımı aracılığıyla, bilgisayar ile otomasyonu gerçekleştirilmiştir.

Model Tren Elektrik Sistemi:

Elektrikli model tren kurgusundaki en önemli unsur hareketli parçalar arası güvenilir bir elektrik bağlantısının sağlanmasıdır. Bunun gerçekleşmesi için üretici firma çeşitli sistemler geliştirmiştir. Örneğin Şekil.3'teki gibi ray üzerinde hareket eden lokonun alt tarafında bulunan pabucun, ray içerisinde gizlenmiş olarak bulunan küçük saplamaların her seferinde 6 ila 10 adedine temas etmesi sonucu, lokoyu hareket ettirmek için gerekli faz gerilimi toplanır. Pabuçlarla toplanan faz gerilimi, lokoyu hareket ettiren motor üzerinden geçtikten sonra lokonun çekiş lastiği takılmamış metal tekerlekleri üzerinden raylara aktarılarak devresini tamamlar.



Şekil.3 Lokomotif elektrik besleme şeması.

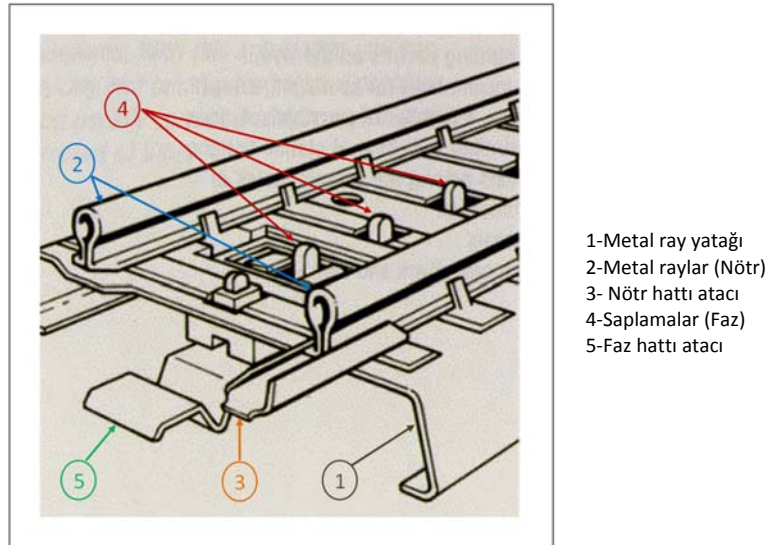
Sistemin çalışabilmesi için gerekli AC gerilimi 30 VA trafo tarafından üretilir. Trafo içerisinde bulunan varyak a bağlı hız ayar çubuğu sayesinde ray hattına uygulanan gerilim 0–16 VAC arası ayarlanabilir ve böylelikle trenin hareket hızı değiştirilebilir. Trenin hareket yönünün değiştirilebilmesi için hız ayar çubuğu, Stop işaretini geçerek saat yönünün tersine çevrilmesiyle trafodan ray hattına 24 VAC gerilim uygulanır.



Şekil.5 Model tren hat besleme trafosu.

Model Tren Ray ve Sinyalizasyon Sistemi:

Üretici firmanın çeşitli tarihlerde geliştirdiği farklı tipte ray teknolojileri bulunmaktadır. Yapılan bu uygulamada Şekil.4'te görülmekte olan M-Track raylar kullanılmıştır. Söz konusu ray yapısı, dışarıda metal bir ray yatağı (1), üzerinde tren katarının hareket ettiği ve nötr hattının bağlı olduğu 2 adet metal ray (2), raylar arası nötr hattının iletilmesini sağlayan ataç (3), raylar ortasında lokonun pabucunun üzerlerine temas ederek faz gerilimini toplamasını sağlayan küçük saplamalar (4) ve diğer raylardaki küçük saplamalar arasında faz hattının iletimini sağlayan ataç (5) bileşenlerinden oluşmaktadır. Bu yapı sayesinde her koşulda raylar ile lokolar arası elektrik iletimi başarıyla sağlanabilmektedir.



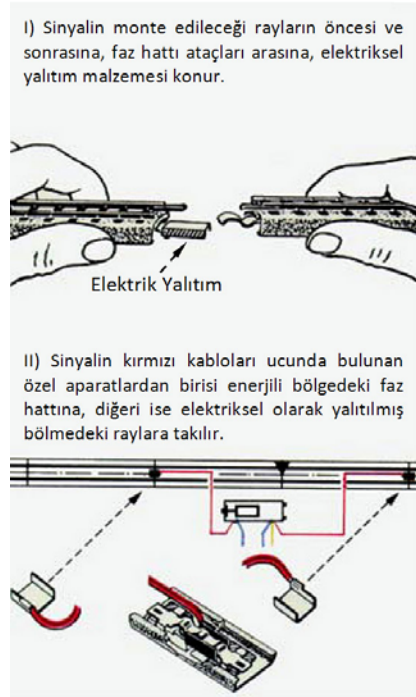
Şekil.4 M-Track tipi ray yapısı.

Demir yolu hatlarında tren trafiğinin düzenlenmesi hayati bir öneme sahiptir. Model tren kurgularında da tren trafiği gerçek demir yollarındaki gibi sinyalizasyon sistemi ile düzenlenir. Böylelikle kullanıcının verdiği komutlara göre trenlerin makas öncesi, istasyon çıkışı gibi hat üzerinde önceden belirlenmiş noktalarda durmaları veya hareketlerine devam etmeleri sağlanır.

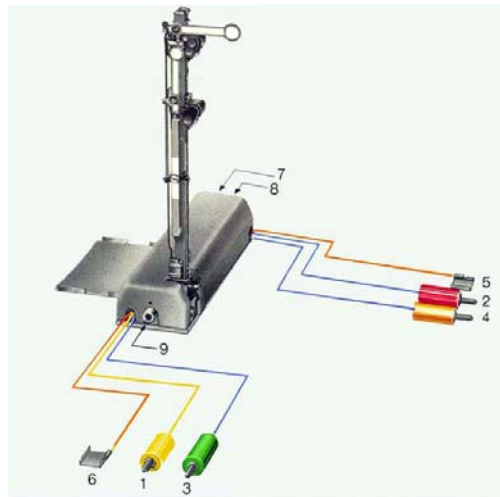
Hazırlanan kurguda kullanılan model trenler yapıları gereği ray hattında enerji olduğu sürece hareket ederler. Özellikle aynı hat üzerinde birden fazla tren hareket halindeyken olası kazaların önlenmesi için ray hatlarının uygun yerlerine hat sinyalleri yerleştirilmiştir. Sinyallerin kurguya

monte edilebilmeleri için öncelikle ray hatları üzerinde düzenleme yapılmıştır. Enerji verilmiş olan hat üzerinde ilerleyen trenin durmasının sağlanabilmesi için sinyalin konulacağı yerin öncesi ve sonrasındaki rayların faz hattı ataçları arasına elektrik yalıtım malzemesi konulur. Yalıtılmış bölgede faz gerilimi kesilmiş loko durma eğilimi gösterir.

Her ne kadar kurgu üzerinde farklı tiplerde hat sinyalleri kullanılmış olsa da her birinin çalışma biçimi benzerdir. Şekil.5 (b)'de görülmekte olan sinyale bağlı sarı renkli (1) kablo, sinyal açma/kapama bobinlerine ve sinyal üzerindeki lambalara faz gerilimini sağlar. Faz akımının sinyal açma/kapama bobinleri üzerinden geçmesiyle sinyalin mekanik kolları hareket eder ve sinyal kontakları açılır/kapanır. Faz akımı, kırmızı/yeşil soketli mavi kablolar (2)/(3) üzerinden geçerek devresini tamamlar. Sinyal lambalarından geçen akım da turuncu soketli mavi kablo (4) üzerinden devresini tamamlar. Sinyal açma/kapama bobinlerine enerji verilmesiyle sinyal kontakları açılır/kapanır ve böylece faz hattı iletim kabloları (5)(6) arası devre açılır/kapanır. Bu kablolardan biri enerjili hatta diğeri ise elektriksel yalıtılmış bölgeye bağlı olduğu için sinyal kontakları üzerinden yalıtımlı bölgeye faz akımı geçişi kontrol edilmiş olur.



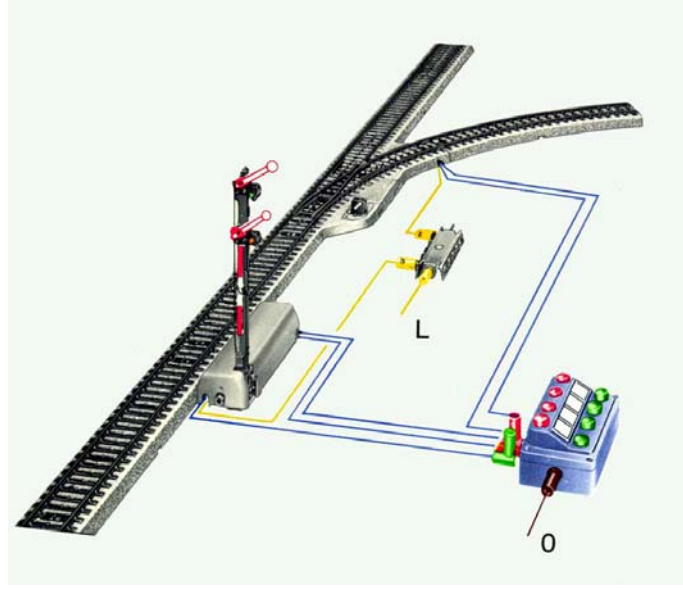
(a)



(b)

Şekil.5 Ray hatları yalıtımı ve sinyal bağlantısı.

Model tren sisteminin orijinalinde kırmızı/yeşil soketli mavi sinyal açma/kapama kabloları üzerine butonlar bağlanmıştır. Kullanıcının kırmızı renkli butona basmasıyla sinyal kontakları açılır ve yalıtılmış bölmenin enerjisi kesilerek trenin durması sağlanır. Yeşil renkli butona basılmasıyla sinyal kontakları kapanır ve yalıtılmış bölmeye faz akımı iletilerek trenin hareket etmesi sağlanır. Yapılan bu çalışmada sinyallerin ve makasların kumandası Şekil.6'da görülen mekanik butonlar yerine tasarlanan elektronik kartlar aracılığıyla yapılmıştır.



Şekil.6 Model tren sisteminin orijinal hat ve sinyal kontrol yapısı.

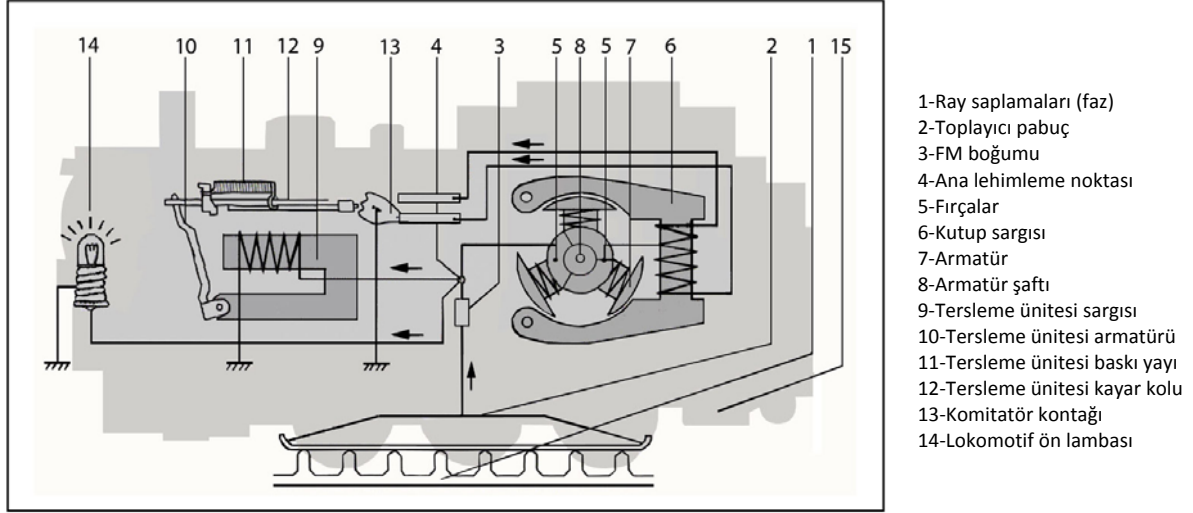
Lokomotifin Elektrik ve Motor Yapısı

Şekil.7'de görüldüğü gibi trafodan gelen faz akımı rayların ortasında bulunan küçük saplamalara (1) temas eden toplayıcı pabuca (2) iletilir. Toplayıcı pabuç lokonun gövdesinden izole edilmiştir. Pabuç ile ana lehimleme noktası (4) arasında yer alan FM boğumu (3) içerisinde bulunan iki küçük kondansatör hat üzerinden akım iletimi sırasında oluşabilecek arklar nedeniyle FM yayınlarında meydana gelebilecek parazitleri engeller. Ana lehimleme noktasından loko ön lambasına (14) ve hareket-yönü-değiştirme ünitesinin bobinine (9) kablo bağlantısı yapılmıştır.

Her elektrik motoru aynı prensibe göre çalışır: benzer manyetik kutuplar birbirlerini iter, farklı kutuplar ise çeker ve iletken kablo üzerinden akım geçtiğinde etrafında manyetik alan oluşur. Şekil.7'de görülmekte olan üretici firmanın geliştirmiş olduğu sargılı kutuplu motorlar, bir sabit kutup sargısı (6) ve içerisinde dönen bir armatürden (7) oluşmaktadır. Her ikisinin yapısı da metal bir nüve etrafına sarılmış ve verniklenmiş bakır kablolardan oluşmaktadır. Motor sargılarından akım geçtiği zaman ortadaki armatür dönmeye başlar. Armatür şaftına (8) bağlı dişliler sayesinde bu dönme hareketi tekerleklerle iletilerek trenin hareket etmesi sağlanır. Armatürün dönüş hızı sargıların sarım sayısına veya uygulanan gerilime bağlıdır. Eğer hat besleme trafosundaki hız kontrol çubuğu saat yönünde çevrilirse, hatta daha yüksek gerilim uygulanır ve trenin hızı artar. Trenin ters yönde hareket edebilmesi için armatürün ters yönde dönmesi gereklidir. Motor kutup sargısı birbiri üzerine sarılmış iki sargıdan oluşmaktadır. Alttaki sargının sonu üstteki sargının başı ile fırça paleti üzerine lehimlenmiştir. Fırçalar aracılığıyla armatür üzerinden geçen akım, tersleme ünitesi komütatör kontağının (13) konumuna göre, üstteki veya alttaki sabit kutup sargısı üzerinden geçerek devresini tamamlar. Eğer akımın üzerinden geçtiği sabit kutup sargısı değişirse, oluşan manyetik alanın yönü değişir; bu arada armatürdeki manyetik alan da değişmediği için armatürün dönüş yönü tersine döner.

Loko motorunun dönüş yönünü değiştirmeye yarayan tersleme ünitesi içerisinde bulunan sargı (9) tarafından oluşturulan manyetik etki ile komütatör kontağı konum değiştirmektedir. Hat besleme trafosu üzerindeki hız ayar çubuğu saat yönünün tersindeki en son noktaya çevrildiği zaman, hatta 24 VAC uygulanır. Uygulanan bu yüksek gerilim sonucunda akım, tersleme ünitesindeki sargı üzerinden

geçerek devresini tamamlarken sargılarda oluşan manyetik alan, armatür kolunun (10), baskı yayının (11) ters kuvvetini yenerek kayar kolu (12) itmesine ve komütatör kontağının konum değiştirmesine yetecek gücün üretmesini sağlar. Komütatör armatür kolunun baskı yayının ters kuvvetini her yönünde motorun kutup sargısı da değişir ve böylelikle tren katarının hareket yönü de değişir.

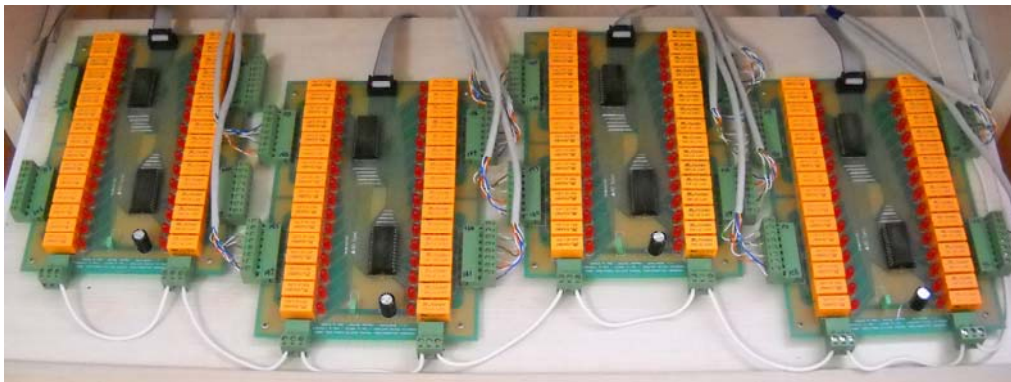


Şekil.7 Lokomotifin iç elektrik ve motor yapısı.

Otomasyon Çalışması:

Model tren kurgusu oluşturulmadan önce makas, sinyal ve vagon ayırıcı gibi bileşenlerin işleyişinin anlaşılmasına yönelik hazırlık çalışması yapılmıştır. Sonrasında hazırlanan kurgu planına göre ray hatları döşenmiş, hatlarda gerekli elektrik izolasyonları yapılmış; makas, sinyal ve vagon-ayırıcı gibi bileşenlerin montajı yapılmıştır.

Kurgunun otomasyonu için biri çıkış kartı diğeri anakart olmak üzere iki farklı elektronik kart geliştirilmiştir. Çıkış Kartı, ray hatlarına yön veren makas ve enerji veren sinyal ile vagon ayırıcı gibi bileşenlere enerji uygulanmasını sağlar. Model tren sistemi bileşenleri 16 VAC civarı gerilimler ile çalıştıkları için, bileşenlere enerji veren çıkış kartlarında piyasada ucuza temin edilebilen AC 110 V-1A telekom tipi 32 röle kullanılmıştır. Rölelerin bobin uçlarına ters diyot olarak led bağlanmış; böylelikle röle aktif durumdan pasif duruma geçerken bobinde oluşan zıt-EMK gerilimi led üzerinden harcanması ve led in parlaması sağlanmıştır.



Şekil.8 Çıkış kartları görünümü.

Kurgu üzerindeki bileşenlere enerji veren çıkış kartlarını kontrol etmek için USB üzerinden bilgisayar ile haberleşen bir ana kart geliştirilmiştir. Ana kart üzerinde bulunan 8 adet soket aracılığıyla çıkış kartlarının ana kart ile bağlantıları yapılmaktadır. Basit bir hespla her bir ana kart $8 \times 32 = 256$ ayrı bileşeni kontrol edebilmektedir. Çıkış kartlarının besleme gerilimleri ve aktif edilecek röle bilgileri, soketlere takılan çok kanallı kablo üzerinden gönderilmektedir.

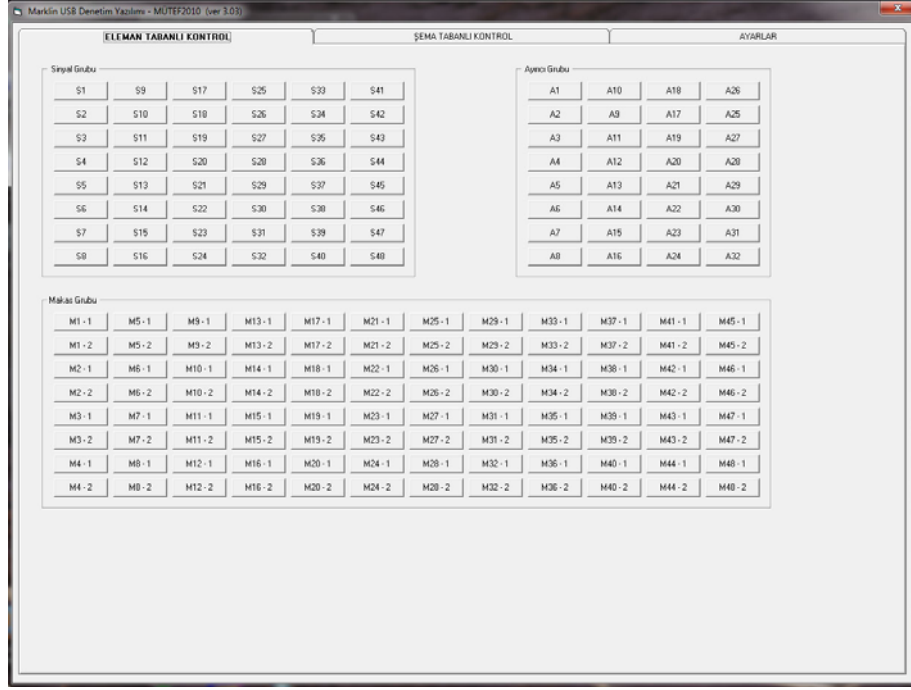


Şekil.8 Ana kart görünümü.

Ana kart üzerinde biri besleme (kırmızı) diğeri işlem (yeşil) olmak üzere iki adet led bulunmaktadır. Kırmızı renkli besleme led i ana karta besleme geldiği sürece yanmaktadır. Yeşil renkli işlem led i ana kart üzerindeki mikro-denetleyici işlem yapmadığı sürece belirli aralıklarla flash yapmakta, işlem yaptığı sürece de sürekli olarak yanmaktadır. Böylelikle mikro-denetleyicinin işleyişi dışarıdan gözlenebilmektedir. Herhangi bir işlem sırasında mikro-denetleyici programında oluşabilecek aksaklığa karşı, ana kart üzerinde bulunan sıfırlama butonu ile mikro-denetleyicinin yeniden başlatılması sağlanır.

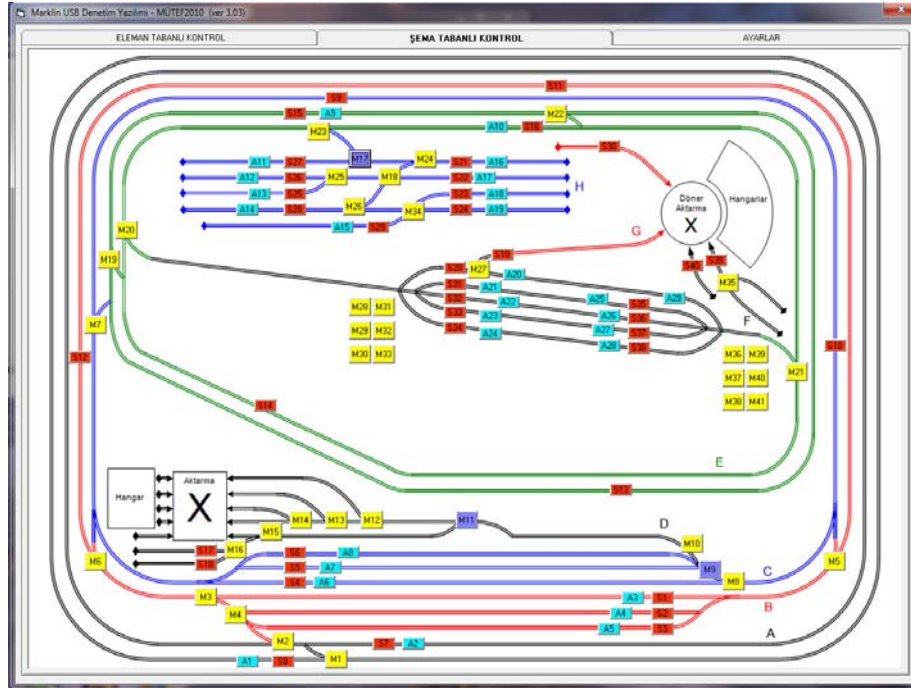
Otomasyon sisteminin yazılım kısmı ise arayüz yazılımı, mikro-denetleyici yazılımı ve komut protokolü olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Geliştirilen arayüz yazılımı, usb üzerinden ana karta gerekli komutları göndererek kullanıcının, model tren kurgusunu kontrol etmesini sağlamaktadır. Yazılım, "Eleman Tabanlı Kontrol", "Şema Tabanlı Kontrol" ve "Ayarlar" olmak üzere üç ayrı sayfadan oluşur. Yazılım her çalıştırılışında bilgisayarda kayıtlı bulunan bir metin dosyasını okuyarak arayüz üzerindeki hangi bileşenin çıkış kartları üzerindeki hangi röle ile ilişkilendirildiğini öğrenir. Böylelikle herhangi bir değişiklik durumunda çıkış kartı klemenslerindeki elektrik bağlantısının da değiştirilme zorunluluğu ortadan kalkar.

"Eleman Tabanlı Kontrol" sayfasında; model tren kurgusu içerisinde bulunan 32 adet vagon ayırıcı, 48 adet sinyal ve 48 adet makas bileşenlerine numaralarına göre kumanda edilir. Sinyaller, ilgili butona basılması yoluyla açılır ve ön tanımlı süre (2,5 sn) sonra yazılım tarafından otomatik olarak kapatılır. Vagon ayırıcılara, butona basılı tutulduğu sürece enerji verilir. Makasların iki farklı konumu olduğu için her makas iki farklı buton ile kontrol edilir. Örneğin; 5 numaralı makas için M5-1 (düz) ve M5-2 (çapraz) olmak üzere iki buton bulunmaktadır.



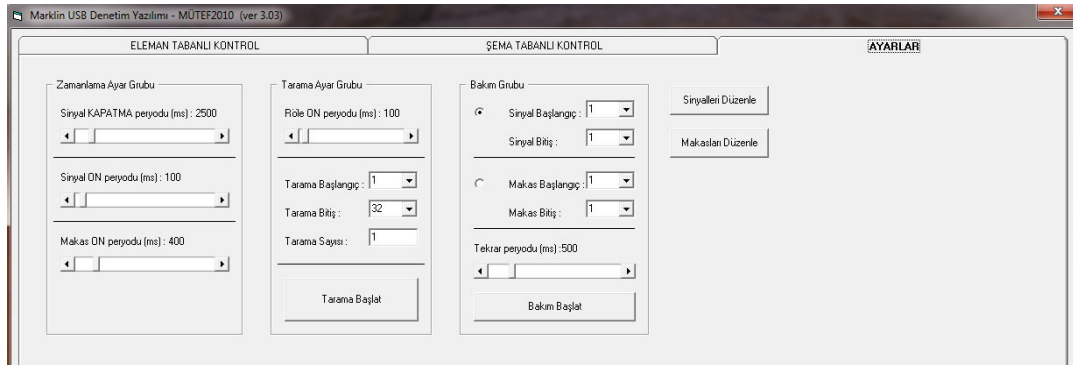
Şekil.9 Eleman tabanlı kontrol sayfası görünümü.

“Şema Tabanlı Kontrol” sayfasında ise model tren kurgusundaki ray hatlarının şeması bulunmakta ve şema üzerinde uygun yerlere yerleştirilmiş vagon ayırıcı, sinyal ve makas bileşenlerine ait butonların tıklanmasıyla ilgili bileşene kumanda edilebilmektedir. Kırmızı butonlar kapalı, yeşil butonlar açık konumdaki sinyalleri; sarı butonlar düz, mor butonlar çapraz konumdaki makasları; açık mavi butonlar da vagon ayırıcıları temsil eder.



Şekil.10 Şema tabanlı kontrol sayfası görünümü.

"Ayarlar" sayfasında ise sistemin çalışmasıyla ilgili ayarlar yapılmaktadır. Örneğin herhangi bir sinyal için aç komutu gönderildiğinde ön tanımlı olarak 2,5 sn sonra sinyal otomatik kapanmaktadır. Sinyalin açık kalma süresi "Sinyal KAPATMA periyodu" bölümünden 0,5 ile 20 sn arası ayarlanabilir. Aynı zamanda sinyal veya makasın bobinlerine açma/kapama enerji verilme süreleri de sırasıyla "Sinyal ON periyodu" ve "Makas ON periyodu" bölümlerinden ayarlanabilir. Model tren kurgusu içerisinde bulunan ve elektro-mekanik olarak çalışan makas ve sinyal gibi bileşenler zamanla tutukluk yapabilir. Tutukluk yapan elemanlara, başlangıç ve bitiş numaraları "Bakım Grubu" menüsünden seçilerek, "Tekrar periyodu" bölümü ile belirlenen aralıklarla enerji verilmesi/kesilmesi yoluyla bakım yapılabilir. Kurgu üzerindeki sinyaller ve makaslar istenildiğinde yine bu sayfa üzerindeki "Sinyalleri Düzenle" ve "Makasları Düzenle" butonlarıyla otomatik olarak başlangıç konumlarına alınabilir.



Şekil.11 Ayarlar sayfası görünümü.

Ana kart üzerinde bulunan ve bilgisayardan gelen komutlara göre model tren kurgusunu kontrol eden PIC mikro-denetleyicisi için C dili ile yazılım geliştirilmiştir. Bilgisayar arayüz yazılımı ile mikro-denetleyici yazılımının komut alışı-verişinde bulunabilmeleri için bir komut protokolü oluşturulmuştur. Bu protokol sayesinde arayüz yazılımı üzerinden gönderilen farklı işlev gruplarındaki komutların ana karta doğru biçimde gönderilebilmesi sağlanmıştır.

Karşılaşılan Zorluklar:

Model tren sistemi 16 VAC ile çalışacak şekilde tasarlanmış olduğu için kontakların kapatılması esnasında arklar oluşmakta ve bu parazitler de, her ne kadar izolasyon yapılmış olsa da, anakart üzerindeki mikro-denetleyicinin çalışmasını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle, sisteme enerji verilmesini sağlayan çıkış kartı üzerinde bulunan röle kontaklarına paralel, kontak kapanması esnasında oluşan ark ve pik gerilimleri filtreleyen 100 nF kondansatörler eklenmiştir. Aynı zamanda çıkış kartları beslemesine paralel eklenen 470 µF kondansatör ile röle çekmesi sırasında besleme geriliminde meydana gelebilecek voltaj düşmelerinin önüne geçilmiş ve röle-sürücü entegrenin daha sağlıklı çalışması sağlanmıştır.

Sonuç olarak günümüzden oldukça eski tarihlerde geliştirilmiş olan bir model tren sisteminin, elektriksel altyapısı ve işleyişi değiştirilmeden, aslına sadık kalınarak, günümüz teknolojisiyle bilgisayar tabanlı otomasyonu gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda meydana gelen model tren kurgusuna ait görsellere <http://www.marklinciyiz.com.tc/forum/index.php?board=196.0> sitesi üzerinden ulaşılabilir.

* Bu yazı hazırlanırken "Marklin Service Manual, 0733" ve "Marklin Signal Manual, 0340" kitapçıklarından kaynak olarak yararlanılmıştır.



Şekil.12 Model tren kurgusu genel görünümü.