

# Elektrik Sistem Tasarımında Excel Dökümanlarının Visualize Edilmesi

## Visualization of Excel Documents in Electrical System Design

### Öğrenci-1

Mustafa Cemil Novruzoglu  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği  
Trabzon, Türkiye  
cemilnovruzoglu@gmail.com

### Öğrenci-2

Burhan Şahin  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği  
Trabzon, Türkiye  
bsahin02@gmail.com

### Öğrenci-3

Sefa Subaşı  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği  
Trabzon, Türkiye  
sefasubasii@gmail.com

### Akademik Danışman

Prof. Dr. Bekir Dizdaroğlu  
Karadeniz Teknik Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği  
Trabzon, Türkiye  
bekir@ktu.edu.tr

### Sanayi Danışmanı

Musa Süslü  
TUSAŞ – Türk Havacılık ve Uzay Sanayii  
A.Ş.  
Ankara, Türkiye  
musa.suslu@tai.com.tr

**Özetçe—** Elektrik sistemlerin tasarımı sırasında genellikle sistem son hale gelene kadar yazılı bir biçim üzerinde çalışılır, tamamlandıktan sonra ise bir teknik çizim programında el ile çizilir. Yapılan bu çizim işlemi yüksek seviyede dikkat ve zaman gerektirir, bir sistemin çizimi bazen günler alabilir ve yapılan tek bir hata saatlere mal olabilir. Bu çalışmada, Excel dosyası formatında verilen ve yazılı biçimde oluşturulan devre Visual Basic Script programı ile Zuken E3 çizim programına dışarıdan müdahale edilerek anlık ve otomatik olarak çizdirilmiştir. Yapılan bu çalışma gelecekte bütün elektrik sistemlerini otomatik olarak görselleştirebilecek bir programın temellerini oluşturmuştur.

**Anahtar Kelimeler —** görselleştirme; elektrik sistem; Zuken E3; teknik çizim; otomasyon.

**Abstract—** During the design of electrical systems, the system is usually worked on in a written form until it is finalized and then drawn by hand in a technical drawing program. This drawing process requires a high level of attention and time, it can sometimes take days to draw a system and a single mistake can cost hours. In this study, the circuit, which is given in Excel file format and created in written form, was drawn instantaneously and automatically with the Visual Basic Script program by intervening the Zuken E3 drawing program from outside. This study has laid the foundations of a program that can automatically visualize all electrical systems in the future.

**Keywords —** visualization; electrical system; Zuken E3; technical drawing; automation.

### I. GİRİŞ

Uçaklarda elektrik devrelerinin tasarlanması mühendisler tarafından yazılı bir biçimde yapılmakta, ardından bu yazılı

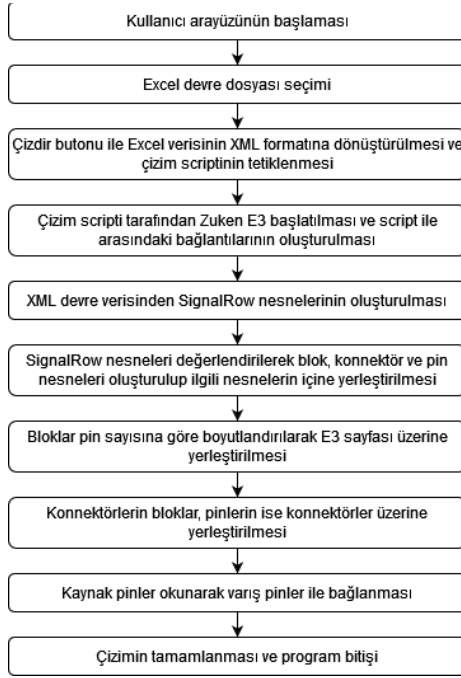
biçimdeki devre el ile çizilmektedir. Yazılı devrenin çizime dökülmesi bazen günler alabilecek kadar uzun bir süreçtir. Çalışmamızın amacı mühendisler tarafından manuel olarak yapılan ve oldukça zaman alan çizim işlerini otomatize ederek kaybedilen vakti ortadan kaldırmaktır.

Normalde Zuken E3.Series uygulamasında Excel'den okunan bilgilerle sırayla çizilen devreler, hazırladığımız uygulama tarafından Excel'den okunmakta ve otomatik olarak E3 içerisinde çizilmektedir.

### II. YAPILAN ÇALIŞMA

Yaptığımız bu çalışma TUSAŞ örneğindeki pin-to-pin Excel verisi formatındaki devreyi Zuken E3 programında çizdirmek üzerine yapılmıştır. Kullanılan teknolojiler ve verilen tasarım kararları bu örnek üzerinedir.

Zuken hakkında yaptığımız araştırmalar sonucunda, Excel dosyası seçme ve çizim işlemini tetiklemek için ayrı bir arayüze, çizim işleminin gerçekleşmesi için ise Zuken kütüphanelerini kullanarak uygulamaya dışardan müdahale edecek bir VBS (Visual Basic Script) uygulamasının yazılmasına gereksinimin olduğu görülmüştür.

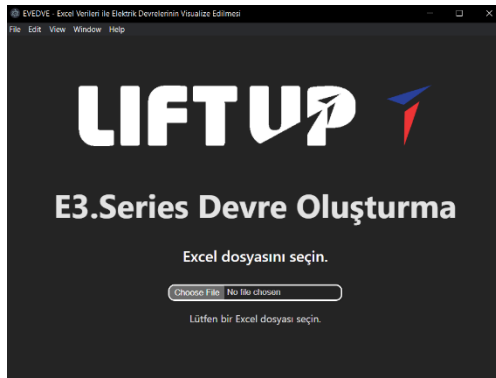


Şekil 1 – Program Akışı

#### A. Kullanıcı Arayüzü

Çalışmamızda kullanıcıya kolaylık ve basit bir kullanım sağlamak için bir arayüz uygulaması tasarlanmıştır. Bu uygulamada kullanıcıya verinin bulunduğu Excel dosyasını seçme ve çizimi başlatma fonksiyonları sunulmaktadır.

Bu aşamada TypeScript dilinde, içinde dosya seçme ve çizdirme alanları bulunan sade bir arayüz tasarlandı. Bu arayüz Electron teknolojisini kullanarak bir masaüstü uygulamasına dönüştürüldü. Visual Basic Script XML dosyalarını Excel'e kıyasla daha verimli kullandığı için dosya yüklendiği zaman Excel verisi XML verisine dönüştürüldü ve bu veri dosya dizinine kaydedildi.



Şekil 2 – Arayüz Görünümü

#### B. Girdiler ve Özellikleri

Projemizde girdi olarak içinde devre sinyallerinin bulunduğu bir Excel dosyası sağlanmıştır. Bu Excel verisi içindeki satırlar pin-to-pin bağlantılarını temsil etmektedir. Bu bağlantıların verileri 4 ana başlıkta kategorileştirmiştir. Bu kategoriler Signal, CABLE, Source ve Destination olarak isimlendirilmiştir. Signal, bağlantı sinyalinin ad, güç türü ve maksimum akımı gibi bilgileri; CABLE, kullanılan kablunun tipini ve türünü; Source, kaynak blok, konnektör ve pin adları ve konumu gibi bilgileri; Destination ise bağlantı kurulan pin'in blok, konnektör ve konum gibi bilgilerini tutmaktadır.

Number	Signal				CABLE		Source			
	Name	TYPE	CATEGORY	CURRENT (Max)	TYPE	AWG	PIN NAME	LRU	Connector	Pin No
#11111	Ekipman 2 28V DC-1	28V DC Power	P	2	SINGLE	22AWG	28V DC Out-1	Ekipman 1	282108-1	1
#11112	Ekipman 2 28V DC-2	28V DC Power	P	0.5	SINGLE	24AWG	28V DC Out-2	Ekipman 1	282108-1	2
#11113	Ekipman 2 115V AC Faz-1	115V AC Power	A	5	TWISTED	20AWG	115V AC Out Faz-1	Ekipman 1	282108-1	A
#11114	Ekipman 2 115V AC Faz-2	115V AC Power	A	5	TWISTED	20AWG	115V AC Out Faz-2	Ekipman 1	282108-1	B
#11115	Ekipman 2 115V AC Faz-3	115V AC Power	A	5	TWISTED	20AWG	115V AC Out Faz-3	Ekipman 1	282108-1	C

Şekil 3 - Girdi Veri Tablosu

#### C. Verinin Dönüştürülmesi

Excelden alınan veriler Visual Basic Script ile daha verimli bir şekilde kullanmak için XML'e dönüştürüldü. Bu kısımda Electron dahilinde bulunan IPC ve IPCBridge yapıları kullanıldı. Bu yapılar dikkate alınarak ön yüz ve arka yüz arasında IPCBridge ile sinyal gönderilerek iletişim sağlandı. Bu sinyal gönderme sonrasında IPC üzerine oluşturulmuş metotlar tetiklenerek işlemler gerçekleştirildi ve tetiklenen metotlar ile XML dosyası dosya sistemine kaydedildi. Çizim scripti ise veriyi Excel dosyası yerine XML dosyasından okudu. Bu işlemle de VBS ile çalışırken kolaylık sağlanmış oldu.

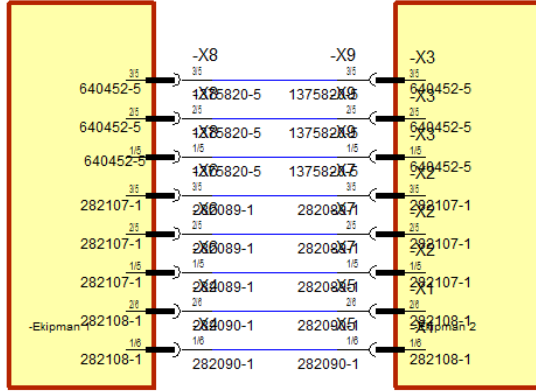
#### D. Çizim Scripti

Zuken E3 içerisinde kullanıcı tarafından yapılan her işlemin komut olarak bir karşılığı bulunmaktadır. Örnek olarak E3 içerisinde iki konnektörün pinlerini bağlama işlemi CreateConnectionObject.Create komutuna karşılık gelmektedir. Uygulamaya dışardan erişimi sağlayan bu komutlar Zuken E3 COM dokümantasyonunda listelenmiştir. Algoritmamızın temelinde de bu komutları kullanmak yatmaktadır:

1. Çizim scriptinde önce Zuken E3 ile bağlantı kurmamızı sağlayan kütüphane değişkenleri atandı ve E3 üzerinde boş bir sheet (çizim sayfası) oluşturuldu.
2. XML formatındaki devre verisi sinyal satırlarına ayrıldı ve sinyalleri temsil eden 'SignalRow' nesneleri içine yerleştirildi. Bu nesneler bir SignalRow listesi içerisinde erişilebilir hale getirildi.
3. 'SignalRow' listeleri okunarak devredeki bloklar, konnektörler ve pinler için ilgili nesne sınıflarından objeler oluşturuldu ve sonra objeler konnektör ve pinler ilgili blok nesnelerinin içine yerleştirildi. Bu

nesneler de kendi listeleri içerisinde erişilebilir hale getirildi.

4. Bloklar, üzerlerindeki konnektör ve pin sayısına göre boyutlandırılarak Zuken E3 sheet'i üzerine yerleştirildi.
5. Bloklar içindeki konnektör nesneleri, ilgili blokların, pinler ise ilgili konnektörlerin üzerine yerleştirildi.
6. Source pinler teker teker okunarak destination pinler ile bağlandı ve devre tamamlanmış oldu.



Şekil 4 - Çıktı Devre Çizimi

Şekil 3'teki çizim örneğinde kullanılan semboller, Excel verisindeki isimler ile Zuken örnek sembol veritabanından getirilmiş ve kullanılmıştır. Daha anlaşılır görüntüler elde etmek için kullanıcı kendi sembol veritabanını kullanabilir. Sembollerin yüklenmesinde bir farklılık oluşmayacağı için Zuken E3 destekli semboller kullanıldığı sürece ek bir işlem yapılmasına gerek bulunmamaktadır.

### III. LİTERATÜR TARAMASI

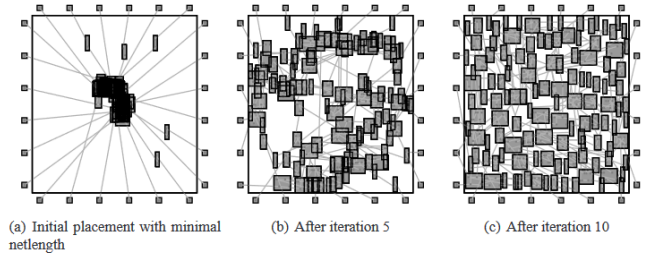
Araştırmamız sonucunda projemizde kullanacağımız Zuken E3.Series uygulamasına dair içerik ve kaynakların kısıtlı olduğu, daha önceden bizim yapmak istediğimiz çizim programına yakın bir çalışmanın literatürde olmadığı görüldü.

Proje sürecinde kullanılan asıl doküman, Zuken E3 içerisinde bulunan, dışarıdan müdahale kodları hakkında bilgi veren "Zuken E3 Series COM Documentation [1]" olmuştur. Bu doküman internetten erişime kapalı durumdadır ve sadece Zuken E3 Series uygulaması içerisinde 'Help->Contents->Scripting Interface->Com Interface' sekmesinden erişilebilmektedir. Burada E3 içerisinde yapılan her bir işlemin karşılığı olan komutlar ve bunların kod içerisinde örnek kullanımları bulunmaktadır.

Uygulamamızda buradaki örnek kodlardan bolca yararlanılmıştır. Örnek olarak blok oluşturma, konnektör oluşturma, pin yerleştirme ve bu pinlere bağlı id bilgisi listesinin

tutulması gibi örnek kodlardan faydalanılarak fonksiyonel ve algoritmik açılarından projeye entegre edilmiştir.

Yapılan taramadan da gördüğümüz üzere, çalışmamıza dolaylı yoldan fayda sağlayabilecek, geneli otomatik olarak devre bloklarını yerleştirme üzerine literatürde bazı araştırmalar bulunmaktadır. Arjon J.A kablo testi otomasyonu üzerine olan tezinde blok yerleştirme konusunda popüler algoritmalara değinmektedir [2]. Peter Spindler ise, VLSI devresi konumlandırması üzerine olan tezinde halihazırda bulunan teknikleri detaylıca açıklayıp üstüne yeni teknikler önermiştir. Bu tekniklere projemizde uygulanabilecek olan blok odaklı Kraftwerk ve bağlantı yolu odaklı RUDY algoritmaları örnek olarak verilebilir [3].



Şekil 5 – Kraftwerk (Force-Directed Quadrantic Placement) Algoritması [3]

Güncel teknolojiler ile yapılan çalışmalarda ise devre yerleştirme konusundaki algoritmik yaklaşımın zamanla yerini derin öğrenmeye bıraktığı görülmektedir. Sander Steeghs pekiştirmeli öğrenme ile PCB konumlandırma üzerine yaptığı çalışmada umut verici sonuçlara ulaşmıştır, ancak yapay zekâ modelini eğitmekte kullanılan verilerin yetersiz kalması ile ulaşılan sonuçlar insan eli ile çizilenler karşısında yetersiz kalmıştır [4]. Gelecekte teknik çizim uzmanları tarafından eğitilecek olan yapay zekâ modellerinin daha iyi optimize konumlandırmalar yapması beklenmektedir.

## IV. DENEYLER VE SONUÇLAR

### A. Yaklaşımlar

Deneyleri test etme aşamasında birçok farklı yaklaşım tarzı denendi. Bu yaklaşımlardan liste yapısının ve nesne yönelimli yaklaşımın en etkili çözümleri sunabileceğine karar verildi. Algoritmamızı liste yapısı ve nesne yönelimli yaklaşıma göre uyarılama kısmında nesne yönelimli yaklaşımın daha kullanışlı olduğu sonucuna varıldı. Liste yapısı, script üzerinde oluşturulacak devre elemanlarının sheet üzerine yerleştirilme kısmında oluşturulacak metotların kullanılması açısından zayıf kaldığı için bu yaklaşımla çalışmaktan vazgeçildi.

### B. Deneyler

Liste yapısını eleme kısmında, bu yapının deneysel olarak metotlarla olan ilişkisi test edildi. Liste yapısında Excel'den elde edilen XML devre verileri listeler halinde tutulmaktaydı. Bu listelerdeki veriler ile sheet üzerine çizim gerçekleştirileceği zaman liste üzerinden işlem yapma kısmında blok, konnektör ve pin gibi devre elemanlarının arasında script üzerinden bir ilişki

bulunmadığı için otomatik yerleştirme kısmında sorun yaşanmaktaydı.

Liste elemanları arasındaki ilişkisel bağıntı, metotlar üzerinden gerçekleştirilemediği için algoritma karmaşıklaşmakta ve uygulamanın dinamikliği bozulmaktaydı. Uygulamanın herhangi bir Excel dosyası için uygun hale gelme gereksiniminden ötürü liste yapısı dikkate alınmadı ve nesne yönelimli yaklaşım ile proje gerçekleştirildi.

### C. Sonuç

Nesne yönelimli yaklaşım dikkate alınarak proje, karşılıklı bloklar arasındaki bağlantılar ile tamamen dinamik olarak çalışabilecek şekilde gerçekleştirildi. Böylece nesne yönelimli yapı ile proje yeni gelişmelere açık hale getirildi. Önerdiğimiz yöntem, şuan blokları yan yana konumlandırmaktadır, ancak gelecekte konumlandırma algoritması eklenmesi durumunda her türlü sistemi, yerleştirme konusunda değişikliğe ihtiyaç duymadan çizebilecektir.

### D. TUSAŞ'a Olası Katkı

Yapılan bu çalışmada, pin-to-pin Excel verisi halindeki bir elektriksel sistem Zuken E3 Series içerisinde başarı ile çizdirildi ve böylece daha kapsamlı bir çalışmanın temelleri atılmış oldu. Proje üzerinde daha fazla araştırma yapılarak uzmanlar tarafından kullanılan konumlandırma algoritmalarının sisteme entegre edilmesi halinde, sadece elektriksel sistemlerle kalmayıp Zuken üzerinden yapılan bütün çizimlerin otomatikleştirilebileceği ve TUSAŞ mühendislerinin yüzlerce saatinin geri kazandırılabilceği kanıtlanmış oldu.

### KAYNAKLAR

- [1] Zuken, E3 Series, Open-Source Code “COM Documentation”, 2019-2023
- [2] Arts, Arjon J.A, “Automatic Generation of Cable Tests”, Eindhoven University of Technology, September 2023
- [3] Peter Spindler, “Efficient Quadratic Placement of VLSI Circuits”, 2008
- [4] Sander Steeghs-Turchina, “Design Automation of PCB Layout for Power Electronics with Reinforcement Learning”, 2023
- [5] Axel Lindfors, Development of templates for protective relays in design tool E3, Vaasa 2014
- [6] Zuken, “E3.cable - Electrical wiring design software,” 2021. [Online]. Available: E3.cable - Electrical wiring design software.
- [7] E3.series, “E3series,” 2021. [Online]. Available: <https://www.zuken.com/en/product/e3series/>.
- [8] Zuken, “About Zuken,” 2019. [Online]. Available: <https://www.zuken.com/en/about-zuken/>.
- [9] <https://www.zuken.com/us/blog/a-comprehensive-guide-to-wire-harness-design-development-and-manufacturing/>