

Article Arrival Date**06.05.2021****Article Type****Research Article****Article Published Date****20.09.2021****Doi Number:** <http://dx.doi.org/10.38063/ejons.424>

YÜKSEK GERİLİM SİSTEMLERİNDE İLETİM HATLARINDA MEYDANA GELEN ELEKTRİK ALANININ ANALİZİ

ANALYSIS OF THE ELECTRIC FIELD OCCURRING IN TRANSMISSION LINES IN HIGH VOLTAGE SYSTEMS

Yıldırım ÖZÜPAK

Dicle Üniversitesi, Silvan Meslek Yüksekokulu, Elektrik ve Enerji Programı, Diyarbakır

ORCID: 0000 0001 8461 8702

ÖZET

Yüksek gerilim sistemlerinde meydana gelen elektromanyetik alan, adından da anlaşılacağı gibi, elektrik alan ve manyetik alan olmak üzere iki bileşenden meydana gelmektedir. Bu çalışmada, yüksek gerilim güç sisteminde kullanılan bir iletim hattının hem normal koşullardaki hem de varsayımsal durumlardaki farklı zamanlardaki elektrik analizi ayrı ayrı gerçekleştirilmiştir. Analiz edilen iletim hattı, 380 kV, 3-faz ve 50 Hz frekanstaki alternatif akım değerler göz önünde bulundurularak analiz edilmiştir. Her faz için kullanılan iletkenler 32,1 mm çapındaki iki iletkenin meydana gelmektedir. Ayrıca iletim direğinin tepesinde her biri 24,01 mm çapında iki topraklama kablosu ve koruma hattı bulunmaktadır. İncelenen kısım, kulenin merkezinden (X ekseninde) her taraf için 32 m ve yerden (Y ekseninde) 540 m yükseklik dikkate alınarak, iletkenlerin uzunluğuna dik bir alanı kapsamaktadır. Bu çalışmada, modelleme ve elektrik alan analizi ANSYS@Maxwell simülasyon aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model üzerinde meydana gelen elektrik alan dağılımı ve şiddeti elde edilmiştir.

450

Anahtar Kelimeler: Yüksek gerilim, Elektrik alan, ANSYS@Maxwell, İletim hattı.

ABSTRACT

The electromagnetic field that occurs in high voltage systems, as the name suggests, consists of two components, electric field and magnetic field. In this study, the electrical analysis of a transmission line used in a high voltage power system at different times in both normal conditions and hypothetical situations was carried out separately. The analyzed transmission line has been analyzed considering the alternating current values at 380 kV, 3-phase and 50 Hz frequencies. The conductors used for each phase consist of two conductors with a diameter of 32.1 mm. In addition, there are two earthing cables and a protection line, each 24.01 mm in diameter, at the top of the transmission pole. The section under study covers an area perpendicular to the length of the conductors, taking into account the height of 32 m for each side from the center of the tower (on the X axis) and 40 m from the ground (on the Y axis). In this study, modeling and electric field analysis were carried out using ANSYS @ Maxwell simulation tool. The electric field distribution and intensity on the model has been obtained.

Keywords: High voltage, Electric field, ANSYS @ Maxwell, Transmission line.

1. GİRİŞ

Elektrik günümüzde enerjinin temel kaynağıdır. Elektrik olmadan birçok günlük faaliyet kesintiye uğrar. Elektriğin tüketicilere dağıtımını sorunsuz bir şekilde sağlamak için, ulusal şebeke ağını oluşturan, iletim ve dağıtım sistemlerinde kullanılan bir sistem bulunmaktadır. Ulusal şebeke, iletim hattı kullanılan sistemdir. Bu sistemde yüksek gerilimin farklı seviyeleri koordine edilmektedir. İletim hatları veya güç hatları, güç ağının önemli bir parçasıdır.

İletim hattı, tüketicilerle elektrik üretimi arasındaki temel bağlantıyı sağlamaktadır. Elektrik enerjisi iletimi, elektrik enerjisinin bir elektrik santrali gibi bir üretim alanından bir elektrik trafo merkezine toplu hareketidir. Bu hareketi kolaylaştıran birbirine bağlı hatlar, iletim ağı olarak bilinir. Bu, yüksek gerilim trafo merkezleri ve müşteriler arasındaki yerel kablolamadan farklıdır ve tipik olarak elektrik güç dağıtımını olarak anılır. Birleşik iletim ve dağıtım ağı, elektrik şebekesi olarak bilinen elektrik dağıtımının bir parçasıdır. Verimli iletim, iletimden önce gerilimi artırarak ve uzak uçtaki bir trafo merkezinde düşürerek akımları azaltmayı içerir. AC güç iletimi bu amaç için transformatörler kullanılmaktadır.

Genel olarak, iletim hattında meydana gelen yaygın olaylar elektrik alanı ve manyetik alandır. Elektrik alanı gerilimle orantılıdır (Özüpak Y, Mamiş, M. S. 2019). Gerilim seviyeleri yükselirse, elektrik alanı da hızla artar (Wojda R.P, Kazimierczuk, M.K 2013). Gerilim altındaki her iletim hattında elektrik alanı meydana gelir ve bu alan akım yokken bile var olmaktadır. Manyetik alan ise doğrudan akımla ilgilidir. İletim hattından akım aktığında indüklenen akım manyetik alanı oluşturur. Manyetik alanın her zaman çevre üzerinde etki bırakmaktadır. Bunun dışında bu alan insan sağlığına da etki etmektedir. Ancak, hem manyetik alan hem de elektrik alan alanın kaynağından uzaklaştıkça hızla azaltılabilir. Her iki alan da tamamen görünmez ve sessizdir. Bu nedenle, bu alanların meydana getirdiği risklerden kaçınmak ve alan dağılımlarını belirlemek için simülasyon çalışmaları yapılmaktadır. Bu çalışmada, elektrik iletim hattında meydana gelen elektrik alan analizleri ele alınmıştır. Sistemin modellenmesi ve elektrik alan analizi ANSYS@Maxwell simülasyon aracı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Model üzerinde meydana gelen elektrik alan dağılımı ve şiddeti elde edilmiştir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

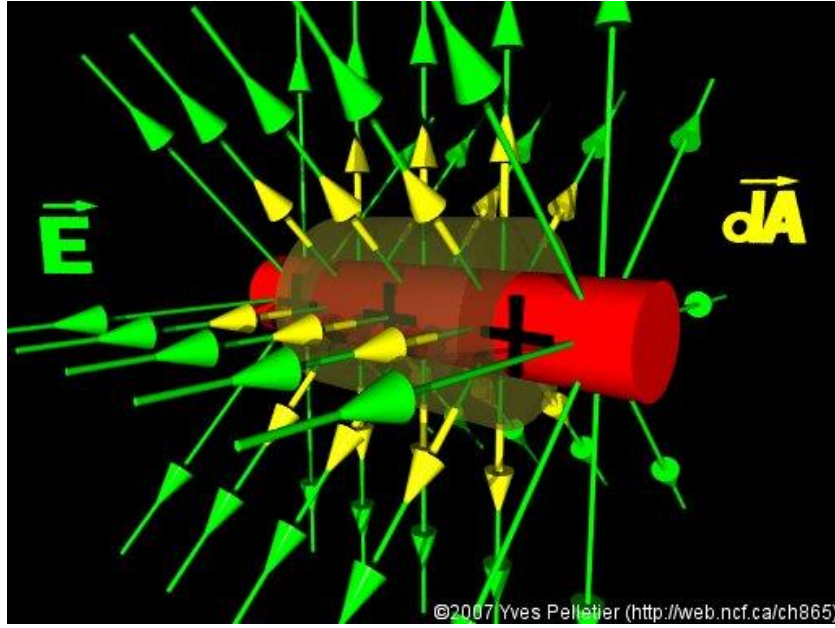
Elektrik alan, elektrik alan için Gauss Yasasına uygulanmaktadır. Kapalı bir yüzeyden akan elektrik alanı, Gauss yüzeyi ve bir hacim içindeki elektrik yüklerinin toplamı ve aynı yüzeyle sınırlanan bir elektromanyetizma yasası aşağıda verildiği gibi ifade edilmektedir.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad (5)$$

Bu alan sonsuz bir iletkeni uygulanacak olursa:

$$\oint E \cdot dA = E \oint dA = E \cdot 2\pi r L = \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \quad (6)$$

Şekilde olur. Elektrik alan dağılımı Şekil 1’de sunulmuştur.



Şekil 1. Elektrik alan dağılım

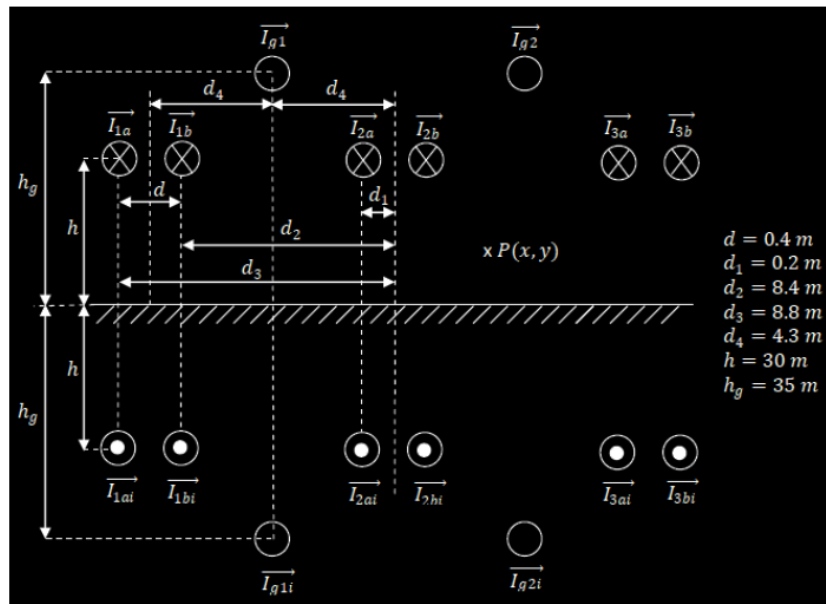
Yük yoğunluğu dikkate alınırsa elektrik alanı:

$$E \cdot 2\pi r L = \frac{\lambda \cdot L}{\epsilon_0} = \frac{\lambda}{2\pi r \epsilon_0} \quad (7)$$

olarak tanımlanır.

Bir iletim hattının elektromanyetik alanını belirlemek için, aynı zamanda ayna yükleri yöntemi olarak da bilinen görüntü yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntem, elektromanyetik problemleri çözmek için matematiksel bir araç olarak, ortak bir yüzeye, zemine göre ters yük ile iletkenin bir ayna görüntüsünü ekleyerek çözmek için kullanılır. Bunu uygulamak için, toprak altındaki iletkenle sanki zemin aynaymış gibi kopyalanır ve üzerlerindeki akımın genlik olarak aynı ama ters yönde olduğu düşünülür. İletkenlerin içindeki çapraz, bir vektörün arka tarafını temsil eder ve nokta, yön duygusunu oluşturan ön tarafı temsil eder. Bahsedilen olay Şekil 2’de verilmiştir.

452



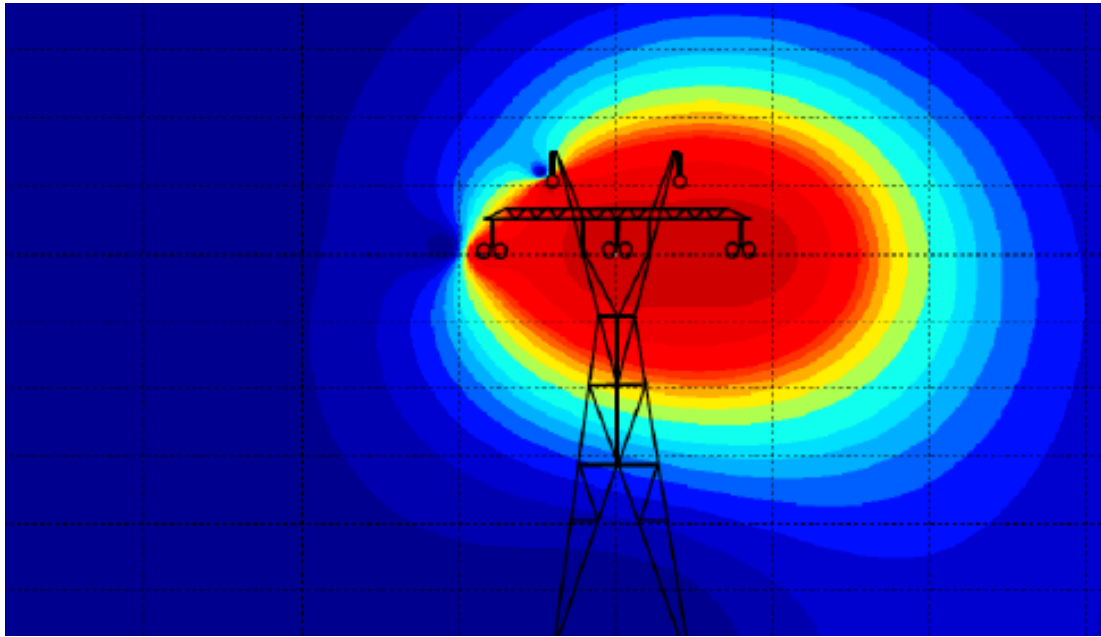
Şekil 2. Görüntü yöntemi

Görüntünün merkezini X ve Y için referansın merkezi olarak düşünülebilir. Artık tüm iletkenlerin koordinatları alınabilir. Ayrıca matematiksel hesaplamaları kolaylaştırmak için onları hayali sayılar olarak temsil edilebilir. Elektrik alanı hesaplama yöntemi daha önce formülize edilmişti. Ancak lambda veya yük yoğunluğumuz yok, bu nedenle önce onları hesaplamamız gerekecek. Her iletkendeki yükü hesaplamak için kullanabileceğimiz, belirli bir noktada elektrik potansiyeli aşağıda verilmiştir.

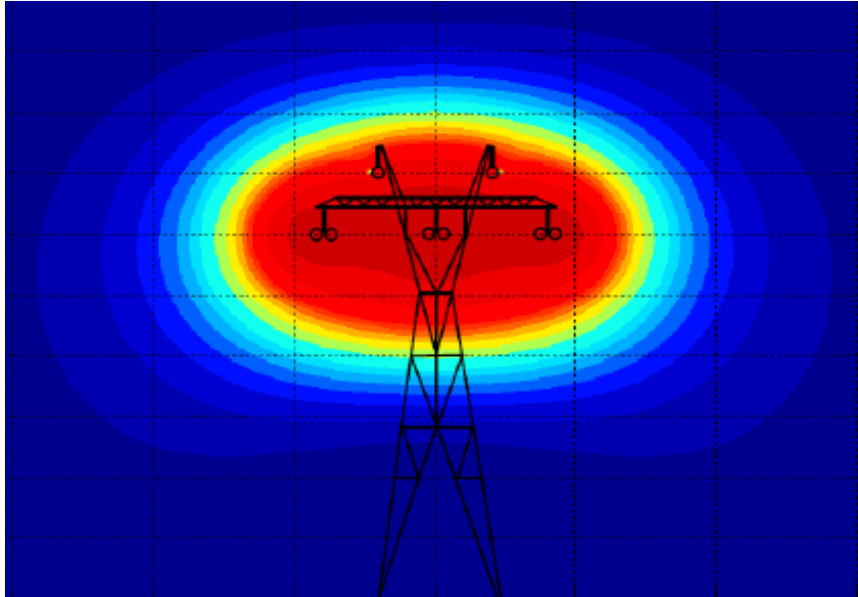
$$V = \frac{Q}{2\pi\epsilon_0} \ln \frac{1}{r} \quad (8)$$

3. BULGU VE TARTIŞMALAR

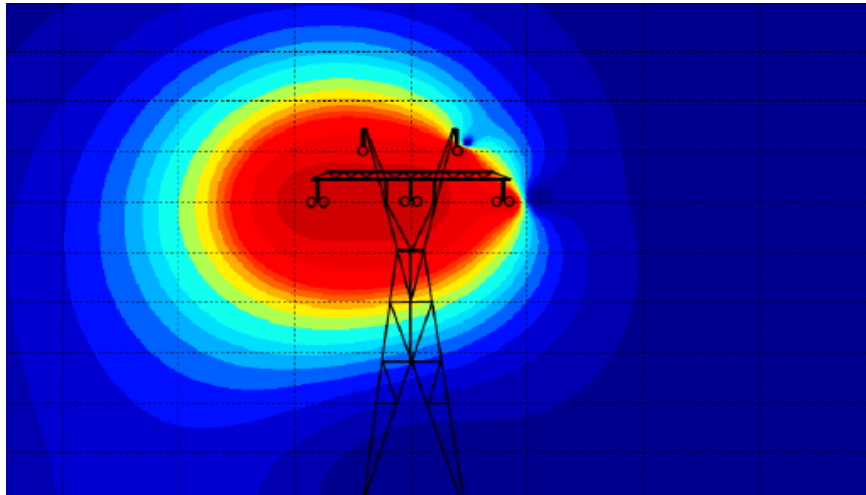
Frekans (f) 50Hz ve periyot (T) 20ms olduğundan, her biri T/12 ms aralığında olmak üzere, 6 zaman anı analiz edilmiştir. Çünkü 6 adımda sonra değerler tekrar etmeye başlayacak, gerilim ve akım zıt değerlere sahip olsalar bile mutlak değerlerde aynı olacaklar. Avrupa Komisyonu, her ikisi de grafiklerde kırmızıyla gösterilen 50Hz frekans için 100µT'de manyetik indüksiyon ve 5 kV/m'de elektrik alanı sınırlarını belirleyen maruziyet için bir tavsiye yayınlamıştır. Şimdi, her şeyin normal ve herhangi bir anormallik olmadan çalıştığını göz önünde bulundurarak, her an için elde edilen sonuçlar sunulmuştur. Şekil 3-8'de her faz ve her durum için elektrik alan analizleri sunulmuştur.



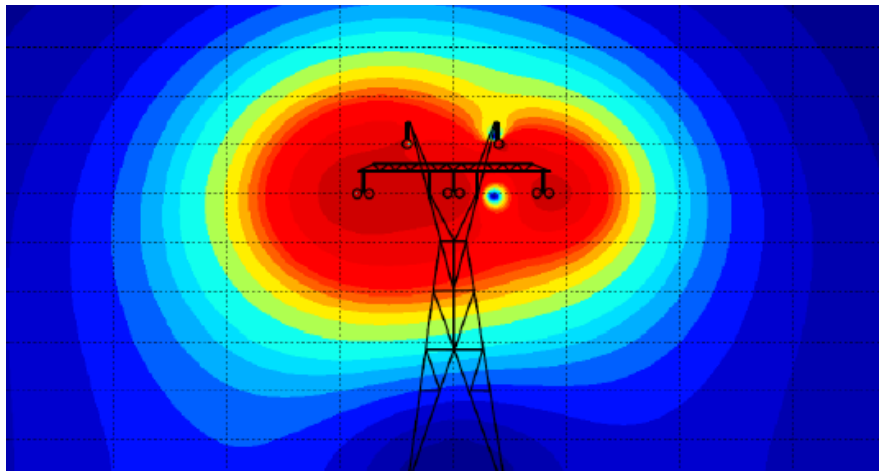
Şekil 3. Uygulama 1 sonuçları



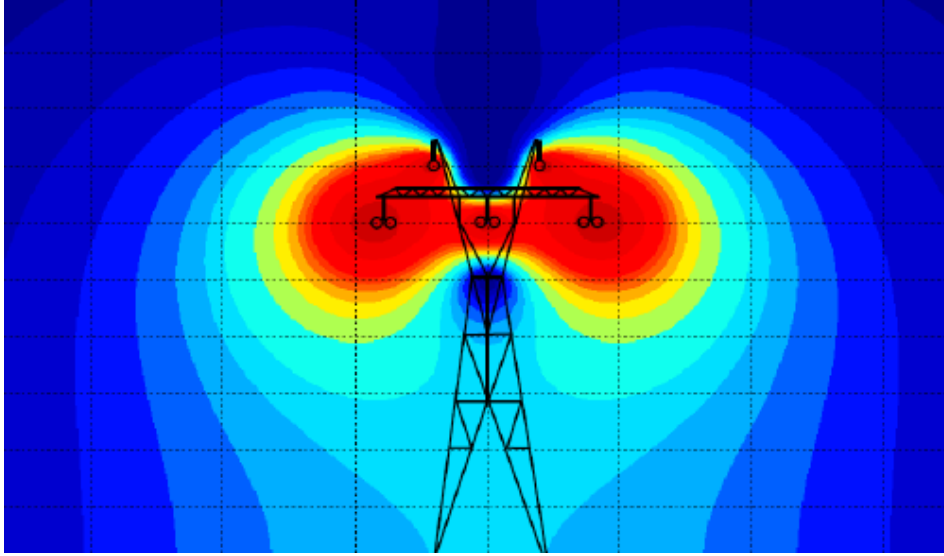
Şekil 4. Uygulama 2 sonuçları



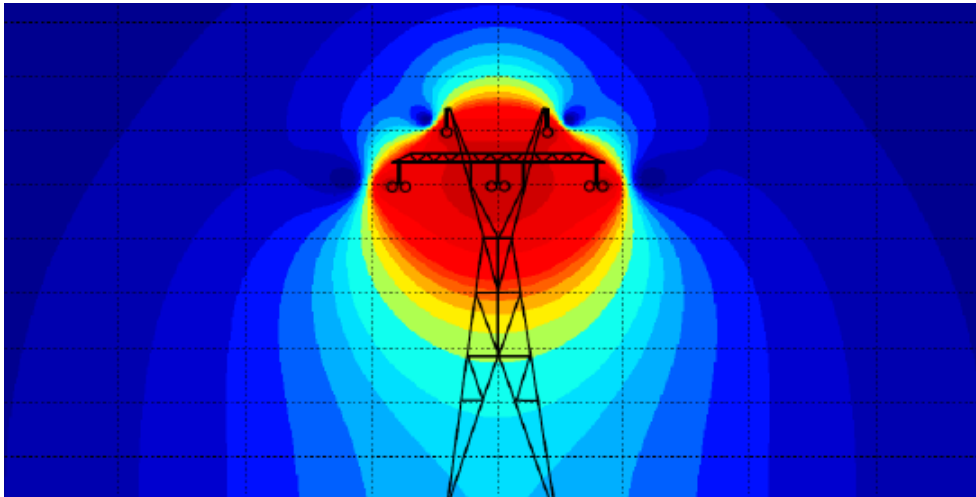
Şekil 5. Uygulama 3 sonuçları



Şekil 6. Uygulama 4 sonuçları



Şekil 7. Uygulama 5 sonuçları



Şekil 8. Uygulama 6 sonuçları

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elektrik alanı her zaman çevre üzerinde etki bırakmaktadır. Bunun dışında bu alan insan sağlığına da etki etmektedir. Ancak, hem manyetik alan hem de elektrik alan alanının kaynağından uzaklaştıkça hızla azaltılabilir. Her iki alan da tamamen görünmez ve sessizdir. Bu nedenle, bu alanların meydana getirdiği risklerden kaçınmak ve alan dağılımlarını belirlemek için simülasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmada, elektrik iletim hattında meydana gelen manyetik alan analizleri ele alınmıştır. Gözlemleyebileceğimiz anormal durumlar elektromanyetik alan üzerinde normal çalışma koşullarına göre daha özel etkilere neden olmuştur. Ayrıca zemin seviyesinde daha yüksek elektrik alan değerleri üretildiği görülmüştür. Elektrik direğinde ve iletim hattında meydana gelen elektrik alan dağılımlarının nasıl olduğu görülmüştür.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimince Desteklenmiştir. Proje Numarası: FBA-2017-639. Katkılarından dolayı teşekkürler.

KAYNAKÇA

- R.K.Z. Sahbudin, S.A Fauzi, S. Hitam and M.Mokhtar. "Investigation of Electrical Potential and Electromagnetic Field for Overhead High Voltage Power Lines in Malaysia", Journal of Applied Sciences 10 (22): 2862-2868, 2010, ISSN 1812-5654.
- Özüpak Y and MAMIS M. S 2019 Realization of electromagnetic flux and thermal analyses of transformers by finite element method. IEEJ Transactions on Electrical and Electronic Engineering, 14(10), 1478-1484. Doi: 10.1002/tee.22966.
- Özüpak Y MAMIS M. S TEKE İ. H 2019 Electromagnetic Field and Total Loss Analysis of Transformers by Finite Element Method. International Journal of Engineering And Computer Science, 8(1), 24451-24460. (Yayın No: 5774086)
- Ch. Chengaiah, R. V. s. Satyanarayan (2012). "Power Flow Assesment inTransmission Lines Using SimulinkModel with UPFC"International Conference on Computing,Electronics and Electrical Technologies [ICCEET].
- ANSYS user guide. 2020.