

Manyetizma Öğretiminde ANSYS Maxwell Kullanımı Üzerine Bir Örnek (An Example of Using ANSYS Maxwell in Teaching Magnetism)

Mustafa Çoramık ^{a9}, Yavuz Ege ^a, Hakan Çıtak ^b

(a) Balıkesir Üniversitesi, Necatibey Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Balıkesir

(b) Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir Meslek Yüksek Okulu, Elektrik ve Enerji Bölümü, Balıkesir

Özet

Elektrik ve manyetizma, fizik konuları içinde öğrenciler tarafından zor olarak adlandırılan konular arasında yer almaktadır. Öğrenciler bu konuların zorluk sebebini ise genellikle kavramların soyut olması ile ilişkilendirmektedirler. Bu açıdan bakıldığında manyetizma ile ilgili kavramların deneyler ile öğretilmesinin yararlı olacağı düşünülebilir. Gerçekleştirilen temel düzeyde deneylerde mıknatısın içindeki manyetik alanın varlığı ve yönelimi ile ilgili öğrenciler yeterli gözlem yapamamaktadırlar. Öğretim materyali olarak simülasyon ve animasyon kullanımının özellikle soyut kavramların somutlaştırılmasında önemli olduğu bilinmektedir. Fakat bu simülasyon ve animasyonlar çoğunlukla internet üzerindeki kaynaklardan hazır olarak elde edilmektedir. Bu sebeple bu çalışmada manyetizma konularının öğretiminde neredeyse tüm kademelerde kullanılan çubuk mıknatısa ait manyetik akı yoğunluğu, manyetik alan vektörü ve manyetik alan çizgilerinin gösterimlerini içeren 2 ve 3 boyutlu modellerin tasarlanması amaçlanmıştır. ANSYS Maxwell programı kullanılarak tasarlanan bu modellerin analizleri sonucunda da eğitimcilerin öğretim esnasında kullanabilecekleri bir ders materyali ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Manyetizma, animasyon, fizik eğitimi.

Abstract

Electricity and magnetism are among the subjects that are called difficult by students in physics. Students often associate the reasons of difficulty with abstractness of concepts. From this point of view, it may be useful to teach magnetism concepts by experiments. In the basic level experiments, the students cannot make enough observation about the presence and orientation of the magnetic field in the magnet. It is known that the use of simulation and animation as teaching material is especially important in understanding abstract concepts. However, these simulations and animations are mostly available from sources on the Internet. Therefore, in this study, it is aimed to design 2D and 3D models including magnetic flux density, magnetic field vector and magnetic field lines representations of bar magnet used in almost all levels in teaching magnetism subjects. As a result of the analysis of these models designed by using ANSYS Maxwell program, it is aimed to reveal a course material that educators can use during teaching process.

Keywords: Magnetism, animation, physics education.

Giriş

Elektrik ve manyetizma konuları fizik dersi içinde öğrenciler tarafından zor olarak adlandırılan konular arasında yer almaktadır (Chabay ve Sherwood, 2006). Guisasola, Almudi ve Zubimendi (2004), çalışmalarında öğrencilerin manyetik alan çizgileri ve çubuk mıknatısın kutupları ile ilgili kavram yanlışlarına sahip oldukları belirlenmiştir. Erduran (2002) çalışması sonucunda öğrencilerin mıknatıs tarafından oluşturulan manyetik alanın yönünü doğru olarak belirlemede güçlük çektiklerini ortaya koymuştur. Çoramık (2012) ise çalışmasında öğrencilerin özellikle mıknatısın içinde yer alan manyetik alan çizgilerinin çiziminde zorlandıklarını belirtmiştir. Öğrenciler manyetizma ile ilgili konuların zorluk

⁹ Araş. Gör. Dr., Balıkesir Üniversitesi Necatibey Eğitim Fakültesi, mustafacoramik@balikesir.edu.tr

sebebini çoğunlukla ilgili kavramların soyut olması ile ilişkilendirmektedirler (Turgut vd., 2006). Bu açıdan bakıldığında manyetizma ile ilgili kavramların etkili olarak öğretimi için görselleştirmenin ve öğrencilerin deneyler yapmalarını sağlamanın önemli olduğu söylenebilir. Öğretim materyali olarak simülasyon ve animasyon kullanımının özellikle soyut kavramların somutlaştırılmasında önemli olduğu bilinmektedir. Literatürde manyetizma öğretimi ile ilgili simülasyon ve animasyon kullanımının etkisinin araştırıldığı çalışmaların (Akkağıt, 2014) yanı sıra arttırılmış gerçeklik uygulamalarının kullanıldığı çalışmalar da (Abdüsselam, 2014) bulunmaktadır. Arttırılmış gerçeklik uygulamaları kimi zaman interaktif kitaplar (Dünser, Walker, Horner ve Bentall, 2012), kimi zaman da doğrudan nesneler (mıknatıs vb.) (Matsutomo, Miyauchi, Noguchi, ve Yamashita, 2012) kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Manyetik alanın varlığı ve etkilerine yönelik deneyler ile gerçekleştirilen öğretim esnasında temel düzeyde çubuk mıknatıslar, demir tozları ve toplu iğneler kullanılmaktadır. Gerçekleştirilen temel düzeyde deneylerde mıknatısın içindeki manyetik alanın varlığı ve yönelimi ile ilgili öğrenciler yeterli gözlem yapamamaktadırlar. Özellikle böyle durumlarda simülasyon ve animasyonlar kullanılarak manyetik alan dağılımı ya da manyetik alan vektörlerinin gösterimi gerçekleştirilmektedir. Fakat bu animasyon ve simülasyonlar da çoğunlukla internet üzerindeki kaynaklardan hazır olarak elde edilmektedir. Bu şekilde kullanılan materyaller üzerinde öğretmenler tarafından değişiklik yapılamadığı için de çoğu zaman etkili olarak kullanılamamaktadır. Ayrıca hazır olarak elde edilen bu ders materyallerinde bilimsel açıdan hatalı gösterimler ve ifadeler de bulunabilmektedir. Bu sebeple bu çalışmada manyetizma konularının öğretiminde neredeyse tüm kademelerde kullanılan çubuk mıknatısa ait manyetik akı yoğunluğu, manyetik alan vektörü ve manyetik alan çizgilerinin gösterimlerini içeren 2 ve 3 boyutlu modellerin tasarlanması amaçlanmıştır. ANSYS Maxwell programı kullanılarak tasarlanan bu modellerin analizleri sonucunda da eğitimcilerin öğretim esnasında kullanabilecekleri ders materyallerinin ortaya çıkarılması hedeflenmiştir.

Yöntem

Araştırma kapsamında çubuk mıknatısın manyetik alanın görselleştirilmesi amacı ile ANSYS Maxwell programı kullanılmıştır. Program, manyetik ve elektromanyetik alan simülasyonlarının endüstriyel uygulamalarında sıklıkla tercih edilen yazılımlardan birisidir. Program, sonlu elemanlar yöntemini (Finite Element Analysis) kullanarak analizleri gerçekleştirmektedir. Programda öncelikle analizi gerçekleştirilecek geometri kullanıcı tarafından belirlenen sınırlar dahilinde küçük parçalara ayrılmaktadır. Ardından oluşturulan parçalar içinde çözücü (solver) seçimine bağlı olarak Maxwell denklemleri işletilmekte ve analiz tamamlanmaktadır. Çözücüler programda manyetik ve elektrik çözücüler olmak üzere iki ana başlıkta toplamıştır. Ayrıca her iki çözücü de gerçekleştirilecek analizin yapısına uygun olarak seçilen farklı alt kategorileri barındırmaktadır. Çalışma kapsamında ise statik manyetik alan kaynaklarının modellendiği durumlarda Magnetostatic, hareketli manyetik alan kaynaklarının modellendiği durumlarda ise Transient Magnetic çözücüler kullanılmıştır. 2D ve 3D olmak üzere iki farklı tasarım ara yüzü bulunan programda aynı büyüklüklerdeki mıknatıslar hem 2 boyutlu olarak hem de 3 boyutlu olarak modellenmiştir. Modellenen mıknatısın boyut olarak sınıf ortamında sıklıkla kullanılan çubuk mıknatıslara yakın olması göz önüne alınmıştır. Tasarıma ilişkin bilgiler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1
Tasarıma ilişkin değişkenler ve değerleri

Değişken	Değer
Boyut (x,y,z) – 3D	100 mm, 20 mm, 10 mm
Boyut (x,y) – 2D	100 mm, 20 mm
Bağlı Manyetik Geçirgenlik	1.0997785406
Malzeme	NdFe35
Maksimum Mesh Uzunluğu	5 mm

Tablo 1’de verilen parametrelerde gerçekleştirilen tasarımlar ve analizler sonucunda manyetik akı yoğunluğu, manyetik alan vektörü ve manyetik alan çizgileri gibi fiziksel büyüklükler

görselleştirilmiştir. ANSYS Maxwell programının özelliklerinden bir tanesi de gerçekleştirilen hareketli analizlerin bilgisayar ortamına video formatlarında kaydedilmesine olanak vermesidir. Çalışma kapsamında programın bu özelliğinden yararlanılarak gerçekleştirilen analizler video formatında programın yüklü olmadığı bilgisayarlarda sınıf ortamında kullanılmak üzere kaydedilmiştir.

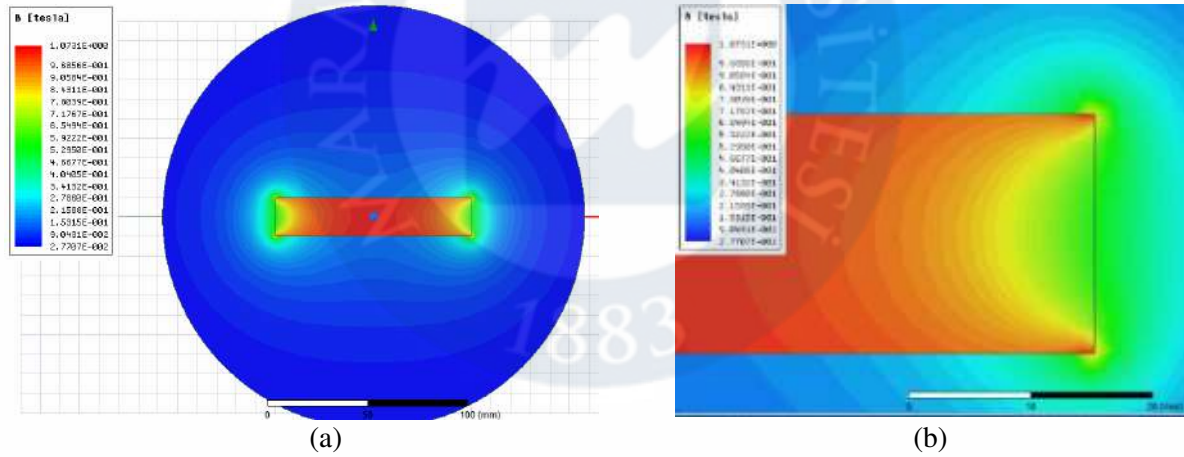
Bulgular

Tasarlanan modellere ait analizler iki boyutlu ve üç boyutlu olmak üzere iki ayrı başlık altında gerçekleştirilmiştir. Ayrıca iki boyutlu analizler kendi arasında hareketli ve sabit (durağan) durumları simüle edecek biçimde sınıflandırılmıştır. Bütün analiz sonuçları manyetik alan çizgileri, manyetik alan vektörü ve manyetik akı yoğunluğu gibi fiziksel büyüklükleri görselleştirecek şekilde sunulmuştur.

İki Boyutlu Analiz Sonuçları

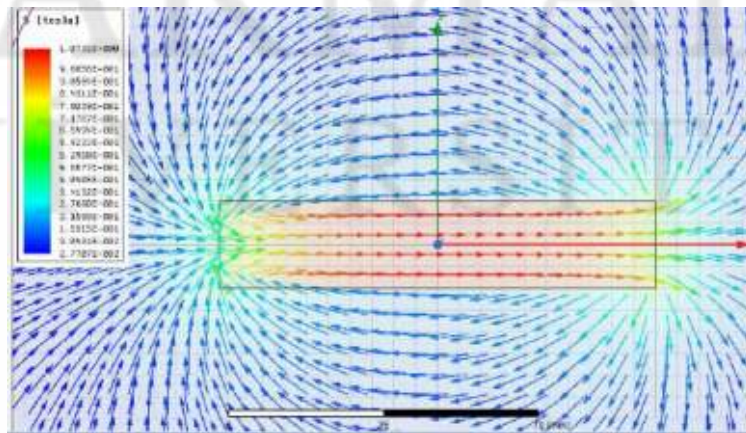
İki boyutlu analizlerde öncelikle Magnetostatic çözücünün kullanıldığı sabit bir çubuk mıknatıs ve sabit iki çubuk mıknatıs tasarımları kullanılmıştır. Mıknatısların birbirine göre hareketli olduğu, sabit ve hareketli birer mıknatıstan oluşan tasarım da ikinci aşamada analiz edilmiştir.

Sabit bir çubuk mıknatısın oluşturduğu manyetik akı yoğunluğu dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



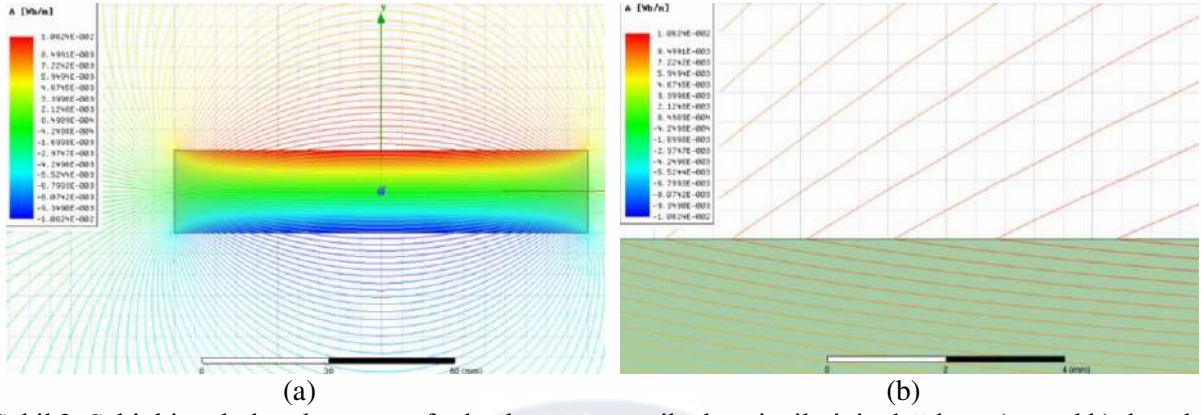
Şekil 1. Sabit bir çubuk mıknatıs etrafında oluşan manyetik akı yoğunluğu dağılımı a) genel b) kutup bölgesi görünümü

Sabit bir çubuk mıknatısın etrafında ve içinde oluşan manyetik alan vektörlerinin yönelimi Şekil 2’de verilmiştir.



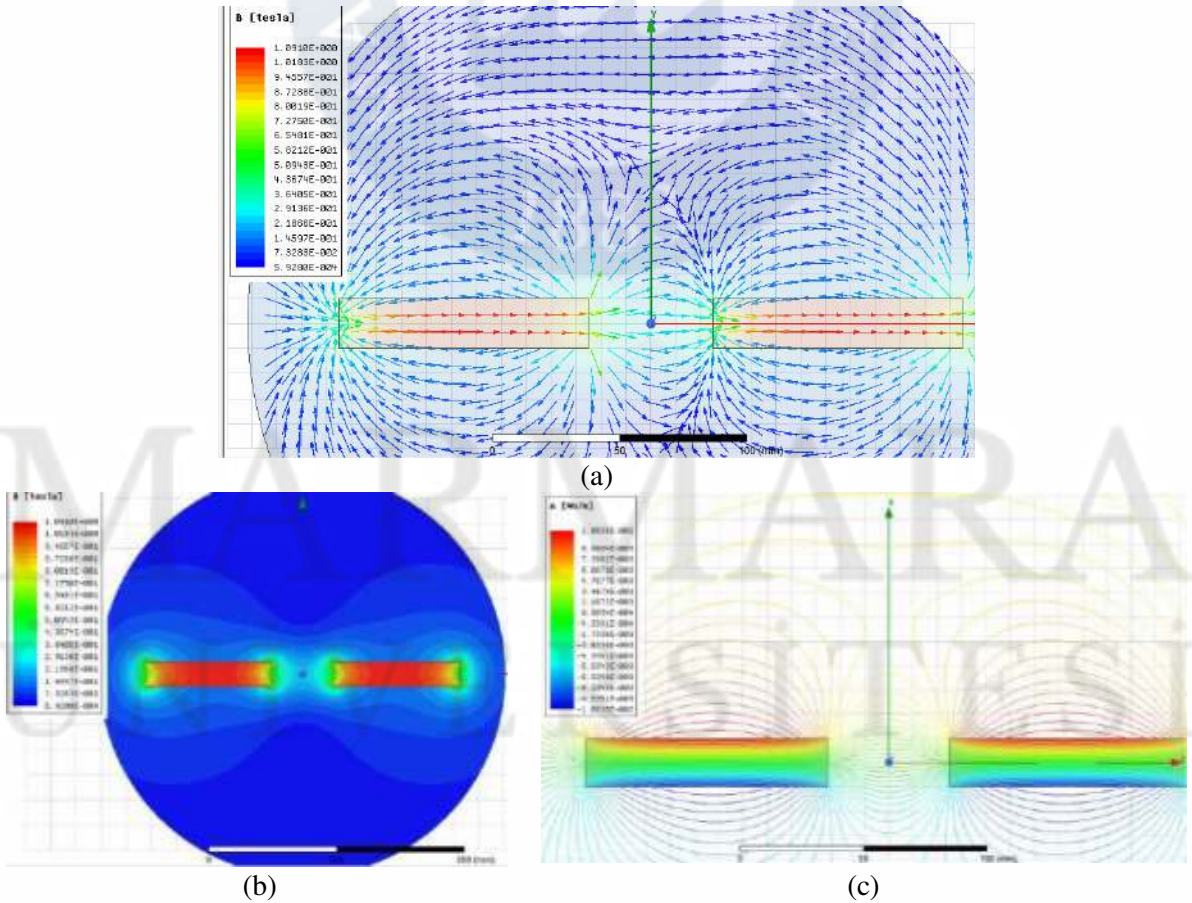
Şekil 2. Sabit bir çubuk mıknatısın varlığı ile oluşan manyetik alan vektörleri

Sabit bir çubuk mıknatısın oluşturduğu manyetik alan çizgilerinin genel ve detaylı görünümü Şekil 3’te verilmiştir.



Şekil 3. Sabit bir çubuk mıknatıs etrafında oluşan manyetik alan çizgilerinin dağılımı a) genel b) detaylı görünüm

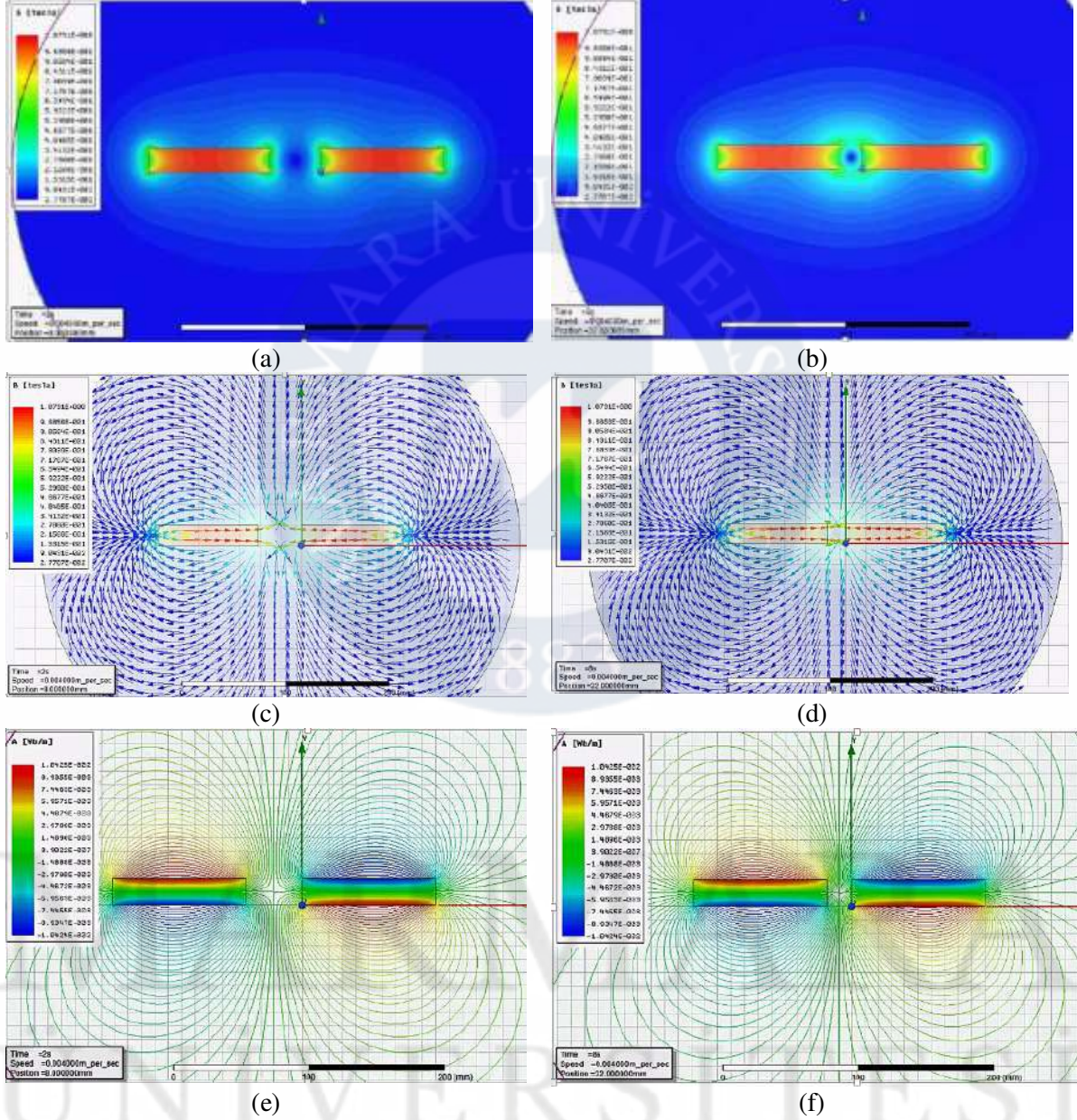
Sabit ve birbirlerine bakan kutupları zıt olarak seçilen iki çubuk mıknatısa ait analiz sonucunda ortaya çıkan manyetik alan vektörlerinin yönelimi, manyetik akı yoğunluğu dağılımı ve manyetik alan çizgilerinin görünümü Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Sabit ve zıt kutupları birbirine bakan iki çubuk mıknatıs etrafında oluşan a) manyetik alan vektörlerinin yönelimi b) manyetik akı yoğunluğu dağılımı c) manyetik alan çizgilerinin görünümü

Bir hareketli ve bir sabit çubuk mıknatıstan oluşan tasarıma ilişkin genel görüntü Şekil 5'te verilmiştir. Bu tasarımda aynı kutupları birbirine doğru bakan ve aralarında 50 mm mesafe bulunan iki mıknatıstan bir tanesi diğerine doğru 4 mm/s hız ile ilerlemektedir. Transient çözücü kullanılarak gerçekleştirilen

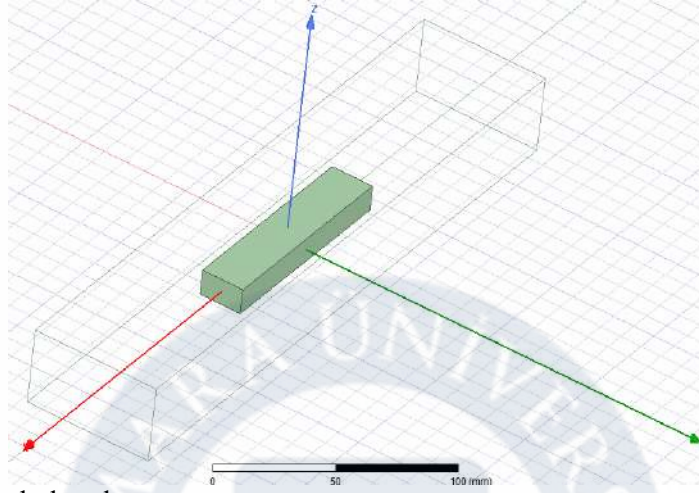
analiz, mıknatıslar arasındaki mesafe 2 mm kalıncaya kadar devam ettirilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları video olarak bilgisayar ortamına kaydedilmiştir. Farklı anlarda manyetik akı yoğunluğu dağılımı, manyetik alan vektörü ve manyetik alan çizgilerinin değişimine ilişkin oluşturulan animasyonun ekran görüntüleri Şekil 5'te verilmiştir.



Şekil 5. Bir hareketli ve bir sabit çubuk mıknatıslardan oluşan sistemin manyetik akı yoğunluğu dağılımı a) $t=2$ s b) $t=8$ s, manyetik alan vektörü c) $t=2$ s d) $t=8$ s ve manyetik alan çizgilerinin değişimi e) $t=2$ s f) $t=8$ s.

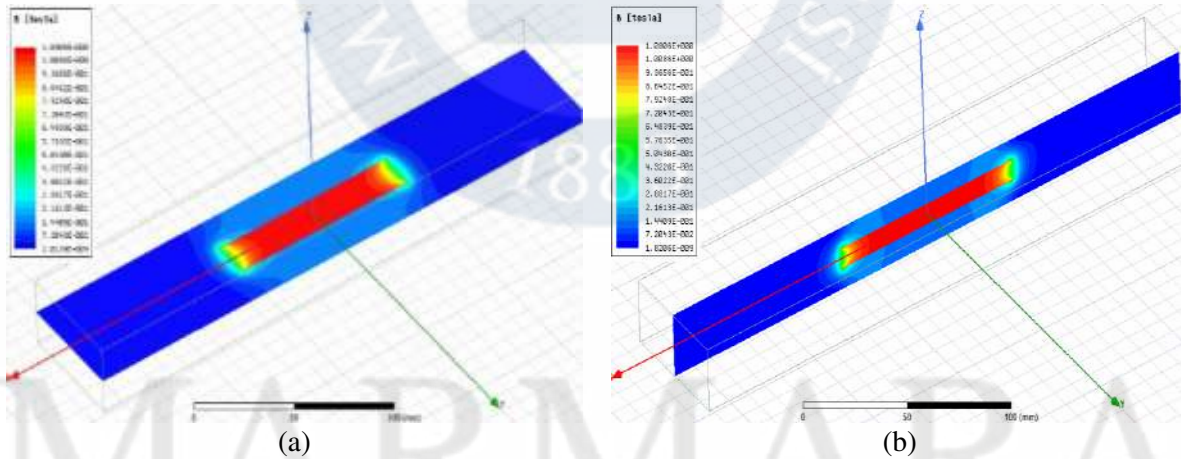
Üç Boyutlu Analiz Sonuçları

Üç boyutlu olarak gerçekleştirilen çubuk mıknatıs tasarımı Şekil 6’da verilmiştir.



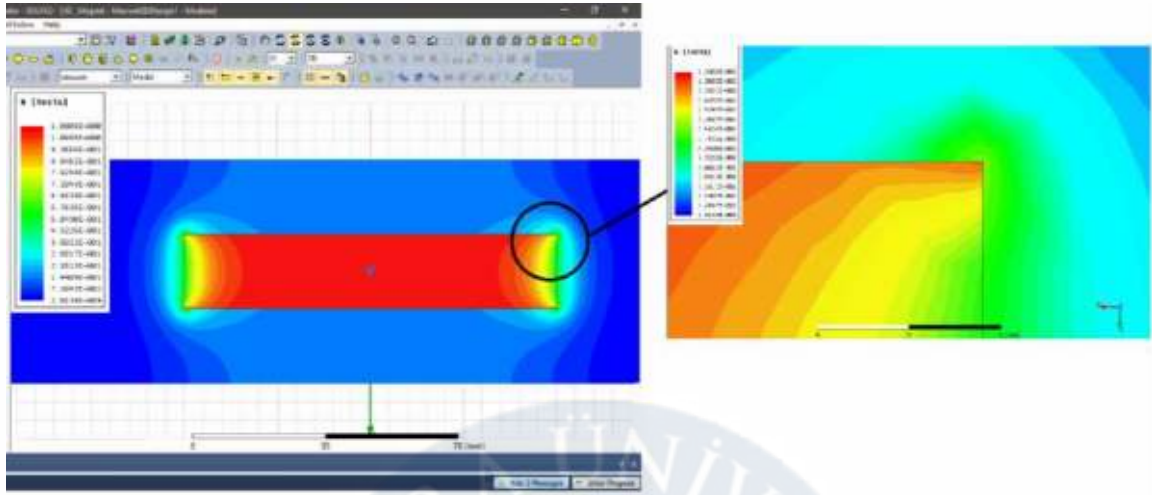
Şekil 6. Üç boyutlu çubuk mıknatıs tasarımı

Gerçekleştirilen 3 boyutlu analizlerde, öncelikle iki boyutlu analizler ile sonuçların tutarlılığının test edilmesi için X-Y ve X-Z düzlemlerinde kesit alınarak manyetik akı yoğunluğu dağılımı incelenmiştir (Şekil 7).



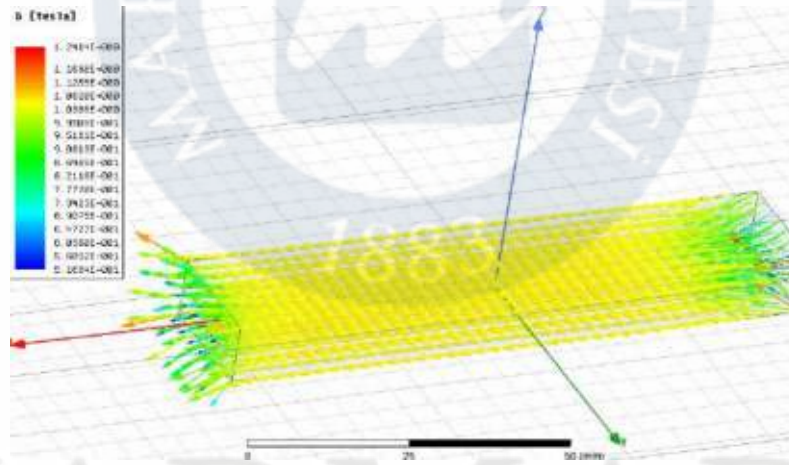
Şekil 7. Üç boyutlu tasarım için a) X-Y b) X-Z düzlemlerinde manyetik akı yoğunluğu dağılımı

Şekil 7.a’da verilen akı yoğunluğuna ilişkin dağılımın Şekil 1.b) ile kıyaslanması için Şekil 8’de görülen ekran görüntüsü alınmıştır.

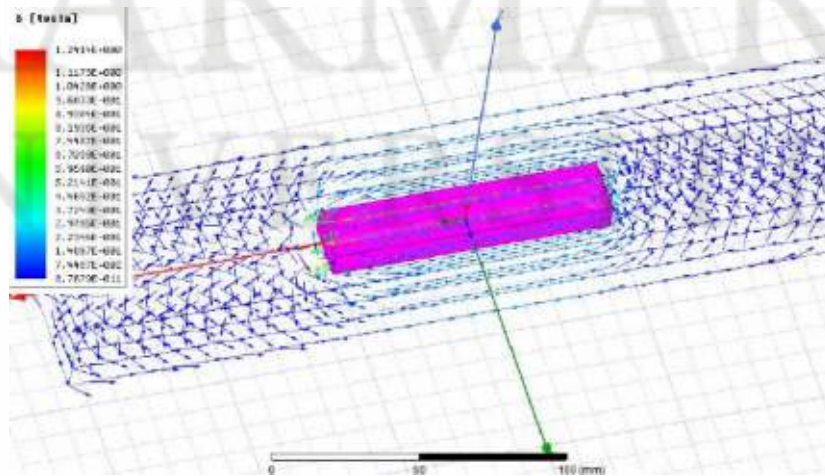


Şekil 8. Üç boyutlu tasarım için X-Y düzlemine ait akı yoğunluğu dağılımının detaylı kutup görünümü

Üç boyutlu tasarımın analizi sonucunda elde edilen manyetik alan vektörlerinin mıknatısın içinde ve dışında yönelimine ilişkin görüntüler Şekil 9’da verilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 9. Manyetik alan vektörlerinin mıknatısın a) içinde b) dışında yönelimleri

Sonuç ve Tartışma

Çalışma sonucunda öğrencilerin öğrenmekte güçlük çektiği fizik konularının başında gelen manyetizma konusu ile ilgili olarak iki ve üç boyutlu analizler gerçekleştirilerek farklı fiziksel büyüklüklerin incelenmesini sağlayacak tasarımlar yapılmıştır. Ayrıca hareketli durumların görselleştirilmesi adına iki boyutlu ve hareketli analizler animasyon haline getirilmiştir. Bu sayede bilgisayar ortamına video formatında kaydedilen bu görüntülerin bilgisayarda ANSYS Maxwell programı kurulu olmasına gerek olmadan kullanılması sağlanmıştır.

Çubuk mıknatısa ait kutup bölgelerinin analizini içeren Şekil 1.b) ve Şekil 8 detaylı olarak incelendiğinde çubuk mıknatısın köşe noktalarında yer alan manyetik akı yoğunluğunun kutbun orta noktalarına göre daha büyük olduğu gözlemlenmiştir. Buradan hareketle, manyetizma öğretimi sırasında mıknatıslar ile ilgili neredeyse tüm kademelerde öğreticiler tarafından verilen “mıknatısın en güçlü olduğu yer kutuplarıdır” bilgisinin detaylandırılmasında analizin görsel olarak kullanılabileceği sonucuna varılabilir. Tüm bunların yanı sıra 3 boyutlu olarak gerçekleştirilen analiz ile mıknatısın iç bölgesinde yer alan manyetik alan vektörleri de görsel hale getirilmiştir. Bu sayede sınıf ortamında gerçekleştirilen deneyler ile gözlemlenmesi mümkün olmayan mıknatısın içine dair öğrencilerin görsel olarak bilgi edinmeleri sağlanabilir. Ayrıca hareketli durumların animasyon olarak elde edilmesinin öğrencilerin zamana ve dolayısı ile mesafeye bağlı olarak değişkenlerin değişimi ile ilgili bilgi sahibi olmasında kullanılabileceği düşünülebilir.

Gerçekleştirilen tüm bu analizler ve elde edilen görseller ile video kayıtlarının manyetizma öğretiminde öğrencilerin anlamlı öğrenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Fakat en etkili kullanım yönteminin ANSYS Maxwell programı üzerinde özellikle üç boyutlu tasarımların öğrenciler ile birlikte aktif biçimde incelenmesi sonucunda elde edilebileceği düşünülmektedir. Ayrıca, ANSYS Maxwell programı kullanılarak üzerinden akım geçen iletken, bobin ve toroid gibi farklı tasarımlar yapılarak öğretimin görselleştirilmesinin manyetizma konusunun öğretimini olumlu yönde etkileyeceği düşünülebilir. İleride ANSYS Maxwell kullanarak manyetizma öğretimi üzerine çalışmak isteyen araştırmacıların yukarıda bahsi geçen farklı tasarımlara ait analizleri gerçekleştirerek kullanmaları önerilebilir.

Kaynakça

- Abdüsselam, M. S. (2014). Artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak fizik dersi manyetizma konusunda öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi (Yayımlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Akkağıt, F. Ş. (2014). Benzeşim ve animasyon kullanılan web tabanlı öğretimin dokuzuncu sınıf öğrencilerinin “elektrik ve manyetizma” ünitesindeki başarılarına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Chabay, R. ve Sherwood, B. (2006). Restructuring the introductory electricity and magnetism course. American Journal of Physics, 74(4), 329-336.
- Çoramık, M. (2012). Manyetizma ünitesinin bilgisayar ve deney destekli etkinlikler ile öğretiminin 11. sınıf öğrencilerinin özyeterlilik ve üstbilişlerine, tutumlarına, güdülenmelerine ve kavramsal anlamalarına etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Dünser, A., Walker, L., Horner, H., ve Bentall, D. (2012). Creating interactive physics education books with augmented reality. Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference, Melbourne, 26-30 November 2012, 107-114.
- Erduran, D. (2002), Lise 2. sınıf öğrencilerinin manyetizma kavramlarını algılama düzeylerinin ve günlük hayata uygulama becerilerinin tespiti, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Gazi Üniversitesi, Ankara.



- Guisasola, J., Almudi, J. M. ve Zubimendi, J. L. (2004). Difficulties in learning the introductory magnetic field theory in the first years of university. *Science Education*, 88(3), 443-464.
- Matsutomo, S., Miyauchi, T., Noguchi, S. ve Yamashita, H. (2012). Real-time visualization system of magnetic field utilizing augmented reality technology for education. *IEEE Transactions on Magnetics*, 48(2), 531-534.
- Turgut, Ü., Karaman, İ., Sönmez, E., Dilber, R., Şimşek, Ö. ve Altun, S. (2006). Fizikte öğrenme güçlüklerinin saptanmasına yönelik bir çalışma. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 431-437.



MARMARA
ÜNİVERSİTESİ