

# Fen ve Teknoloji Eğitiminde Teknoloji Tabanlı Öğrenme: Robotik Uygulamaları

Ayşe KOÇ<sup>1</sup>, Uğur BÖYÜK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Öğretmen, Yemliha Sami Yangın İlkokulu, Kocasinan, Kayseri-TÜRKİYE

<sup>2</sup> Doç. Dr., Erciyes Üniversitesi, Kayseri-TÜRKİYE

**Alındı:** 16.12.2011

**Düzeltildi:** 31.12.2012

**Kabul Edildi:** 15.01.2013

*Original Yayın Dili Türkçedir (v.10, n.1, Mart 2013, ss.139-155)*

## ÖZET

Günümüzde derslerde eğitim teknolojilerinin kullanılması derslerdeki verimi artırmaktadır. Ayrıca eğitimde robot teknolojilerinin kullanımı ve diğer disiplinlerle entegrasyonunda önem kazanmaktadır. Bu çalışmada, robotların eğitimde kullanımıyla ilgili Türkiye’de ve dünyada yapılan çalışmalar incelenmiştir. Sunulan bilgiler, alan taraması ile elde edilmiştir. Çalışmada yer verilen bilgilerin bu yönde yapılacak planlama ve uygulamalara ışık tutacağı düşünülmektedir. Ayrıca Fen ve Teknoloji eğitiminde aktif öğrenme yöntemleri kullanılarak robotikten nasıl yararlanılabileceği konusunda, gerek araştırmacılara gerekse öğretmenlere önemli fikirler vermek amaçlanmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Fen ve Teknoloji Eğitimi; Teknoloji Tabanlı Öğrenme; Robotik Uygulamaları.

## GİRİŞ

Günümüzde bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişmeler güçlü bir gelecek oluşturmak isteyen ülkeler için önemli fırsatlar sunmaktadır. Bilim ve teknolojinin gücünün farkına varan gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler, teknolojik gelişmelere ayak uydurabilmek için tüm imkânlarını kullanarak planlar yapmakta, altyapılarını geliştirmekte, var olan sistemlerini sorgulamaktadır (Bilişim Şurası, 2003). Bu çerçevede bilindiği üzere Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2004-2005 öğretim yılında ilköğretim öğretim programı değiştirilerek Fen Bilgisi dersinin adı “Fen ve Teknoloji” olarak değiştirilmiştir. Böylece fen konularının gündelik hayata ve teknolojiye yansıyan yönlerine daha çok ağırlık verilmesi amaçlanmıştır.

Fen ve teknolojinin birçok ortak yönü vardır. Nitekim hem bilimsel araştırmalarda hem de teknolojik tasarım süreçlerinde benzer beceriler ve zihinsel alışkanlıklar kullanılır. Fen ve teknolojiyi birbirinden ayıran en önemli özellik ise amaçlarının farklı olmasıdır. Fenin amacı doğal dünyayı anlayarak açıklamaya çalışmak; teknolojinin amacı ise insanların istek ve ihtiyaçlarını karşılamak için doğal dünyada değişiklikler yapmaktır (MEB, 2005).



Fen eğitimi ve teknoloji ile ilgili yapılan çalışmalarda; teknolojinin bazı fen becerilerinin geliştirilmesini desteklediği, zamandan kazanç sağladığı, öğrencilerin eleştirel ve yaratıcı düşünme becerilerini geliştirdiği ortaya çıkmıştır (Jimoyiannis & Komis, 2001; Goldworthy, 2000).

Türkiye’de fen eğitiminde teknoloji kullanımı denilince ilk akla gelenler hep bilgisayarlar ve web teknolojileri olmuştur. Ancak, artık dünyada Fen ve Teknoloji eğitime bakıldığında karşımıza uygulanabilir yeni bir teknolojik alan çıkmaktadır. Çeşitli disiplinlerle de entegrasyonu sağlanan “Robotik” denilen bu teknolojik yenilik, dünyada bilim ve mühendislik eğitimi başta olmak üzere Fen ve Teknoloji eğitim sürecinin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiştir (Cameron, 2005).

Robotik Fen ve Teknoloji eğitimi açısından önemle üzerinde durulması gereken bir alandır. Çünkü şimdiye kadar Fen ve Teknoloji eğitiminde yapılan robot tasarımı, robot yarışmaları ve robot projeleri uygulamaları sonucunda öğrencilerin problem çözme, problemlere pratik çözümler bulma, eleştirel düşünme, kendi yeteneklerinin farkına varma, yaparak yaşayarak ilk elden deneyimler kazanma, teknolojiyi kullanma düzeylerinde artma ve teknoloji kullanmaya daha fazla isteklilik gibi birçok beceriyi kazandıkları görülmüştür (Costa & Fernandes, 2004).

Bu araştırma, robotiğin Fen ve Teknoloji eğitiminde kullanımına yönelik bilgiler vermeyi, verdiği bilgilerle Türkiye’de bu yönde yapılacak planlama ve uygulamalara yardımcı olmayı, bu sayede Fen ve Teknoloji dersinin uygulamada da teknoloji ile daha çok bütünleşmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda ilk olarak robotik ve Lego Mindstorms eğitim setlerinden bahsedilecek, daha sonra Fen ve Teknoloji eğitiminde robotiğin nasıl kullanıldığı, bu konuda Türkiye ve Dünya’daki uygulama örnekleri hakkında bilgiler verilecektir.

### **Robotik ve Lego Mindstorms Eğitim Setleri**

Robotik, robotların çalışma ve kullanımını ifade eden bir terimdir. Rus asıllı Amerikalı bilim adamı ve yazar Isaac Asimov, 1940’lı yılların başlarında robot kelimesinden, robot teknolojisiyle ilgili bütün alanları kapsayan “robotik” kelimesini türeterek ilk kez kullanmıştır. Robotik; elektronik, mühendislik, mekanik gibi alanlar başta olmak üzere birçok alanda, robot tasarlanması ile uğraşan bir teknoloji dalıdır. Birtakım işlevlerde insanın yerini alabilecek düzeneklerin hazırlanmasıyla ilgili çalışma ve tekniklerin bütünü olarak da tanımlanmaktadır (URL-1, 2011).

Robotik, günümüzde bilim ve mühendislik eğitim sürecinin vazgeçilmez bir parçası olmuştur. Ancak bugüne kadar robotik eğitimi alanında yapılanların hepsi yeni ve yetersizdir. Bu konudaki bilgi birikimi, ortak projeler ve teknoloji transferleriyle farklı eğitim kademelerinde uygulanabilir programlar haline getirilebilir (Matari ’c, 2004). Robotik eğitimi alanında yapılan projelerde amaç; eğitimcilere bilim ve teknoloji ile bütünleştirilmiş bir robotik öğretim programı sunmak ve robotik ile gelişmiş teknoloji uygulamalarını eğitimde gerçekleştirerek öğrenmenin daha anlamlı ve kalıcı olmasını sağlamaktır (Wood, 2003). Eğitimde robotların kullanımı düşünüldüğünde, çalışma bir ekip projesi olarak yapılacaktır, robot-öğrenci ilişkisi yapıcı ve yaratıcı düşünce açısından önem kazanır. Öğrencilerden sürece uygun olarak söz konusu problemlere yaratıcı çözümler üretmek amaca uygun bir robotik ürün elde etmeleri beklenir. Müfredata göre düzenlenecek robot yarışmaları da öğrenci ekipleri için oldukça cazip olabilir. Robotiğin eğitimde kullanımı genel olarak şunları sağlar (Şabanoviç & Yannier, 2003):

- Teknolojik açıdan bilgilenme,
- Araştırma ve keşfetmeye daha çok isteklilik,

- Takım çalışması yapabilme becerilerinde artış.

Robotik projeleri kapsamında, her seviyedeki öğrenciler basit montaj setleri kullanarak; yapay organizmalar elde edebilir ve hayvan davranışlarını taklit eden gerçek robotları projelendirip yapılandırabilirler (Miglino, Lund & Cardaci, 1999). Bir robot yapılmaya karar verildiğinde karşılaşılan en temel problem, robotun mekanik tasarımıdır. Bu problem imalat ile rahatça çözülebilsede maliyet yüksek olmaktadır. Bu probleme bulunabilecek en temel çözüm Lego Mindstorms gibi hazır setler yardımıyla bir robot oluşturmaktır (Şekil 1). Lego Mindstorms setleri robotların eğitimde kullanımında birçok araştırmacı tarafından tavsiye edilmektedir (Zhao, Tan, Wu & Li, 2008).



Şekil 1. Lego Mindstorms Eğitim Setiyle Yapılmış Robotlar.

1980'lerde Amerika'da bulunan *Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT)*'ndeki bir grup bilim adamının çocuklara basit programlanabilir bir gezgin robot yapma fikri gelişen süreç içinde 1998'de Lego çatısı altında *Lego Mindstorms Robotics Invention System (RIS)* setinin ortaya çıkmasıyla sonuçlanmıştır. Popülarlığı, kolay programlanabilir olması, uygun fiyatı ve gezgin robotlar için temel oluşturan özellikleri sayesinde RIS seti kullanıcıları tarafından benimsenmiş ve geçen zaman içinde yazılımsal ve donanımsal açıdan birçok yeniliğe uğramıştır ( Küçükceylan vd., 2007).

Lego Mindstorms RCX eğitim seti, 1998 yılında ortaya çıkan robot eğitiminde bir devrimdir (Şekil 2). Lego Mindstorms NXT eğitim seti ise robotların bir sonraki neslidir. Tablo 1'de bu iki eğitim setinin teknik özellikleri karşılaştırılmıştır.



Şekil 2. Lego Mindstorms RCX Eğitim Seti.

Lego Mindstorms NXT eğitim seti, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) araştırmacıları tarafından tasarlanıp Lego şirketi tarafından üretilen bir ilköğretim öğrencisinin kendi başına robot geliştirebilmesine imkân veren yeni bir teknolojidir. Lego Mindstorms setinde, Lego teknik tuğlaları, bilgisayar tarafından kontrol edilebilir bir mikroişlemci, mikroişlemciyi kolay bir şekilde programlamaya imkân veren grafik ara yüzüne sahip bir

yazılım, sensörler (sese, ışığa, uzaklığa ve dokunmaya duyarlı) ve tasarlanan robotun hareketini sağlamak için motorlar bulunmaktadır. Ultrasonik sensör uzaklığa duyarlıdır. Bu sensörde bir alıcı ve bir verici kısım vardır. Verici kısmı bir sinyal gönderir, o sinyal belli bir uzaklıktaki maddeye çarparsa geri döner ve alıcı kısmı onu algılar. Dokunma sensörü ise, dokunulduğu zaman harekete geçer. Ses sensörü, bir mikrofon olarak kullanılır. Bu sensör etraftaki sesleri duyabilir, kaydedebilir veya ses çıkartabilir. Mindstorms'u bir robot haline getirmek için, her Lego ürününde olduğu gibi küçük veya büyük birçok parçayı birleştirmek gerekir. Bu parçalar içinde dişliler, eklem olarak kullanılacak çeşitli parçalar, çeşitli uzunluktaki çubuklar ve daha birçok parça olmak üzere toplam 578 parça vardır (URL-2, 2011), (Şekil 3).



Şekil 3. Lego Mindstorms NXT Eğitim Seti.

Tablo 1'de Lego Mindstorms eğitim setlerinin teknik özellikleri görülmektedir.

**Tablo 1.** Lego Mindstorms RCX ve Lego Mindstorms NXT'nin Teknik Özellikleri.

	Lego Mindstorms RCX	Lego Mindstorms NXT
<b>Programlanabilir Blok</b>	RCX 8 bit 3 giriş, 3 çıkış 6 adet AA pil gerektirir	NXT 32 bit 4 giriş, 3 çıkış Şarj edilebilir
<b>Sensörler</b>	Işık sensörü Dokunmatik sensör Rotasyon sensörü Sıcaklık sensörü	Işık sensörü Ses sensörü Dokunmatik sensör Motor rotasyon sensörü Ultrasonik sensör Manyetik alan algılayıcısı Algılama kızılötesi radyasyon Hız sensörü Renk sensörü
<b>Motorlar</b>	Motorlar 2-9 V	3 servo-rotasyon sensörlü motor

## Lego Mindstorms NXT Eğitim Setinde Bulunan Parçalar

### a. Merkezi Modül

Lego Mindstorms NXT seti beyin olarak tanımlanan merkezi bir modül içerir (Şekil 4). Bu modül bir bilgisayar programı ile ya da doğrudan komutlar ile programlanabilir. Robotun performansı bu modül üzerinden gerçekleştirilen programlama ile ortaya çıkacaktır.

Modüldeki turuncu düğme programları açmayı ve kapatmayı sağlar. Koyu gri renkli düğme programı silmek için, ok şeklindeki gri düğmeler program menüsünü sağa sola hareket ettirmek için kullanılır (Şekil 4).

Modülün servo motorları bağlamak için üç çıkış bağlantı noktası (A, B ve C) ve sensörleri bağlamak için ise dört giriş bağlantı noktası (1, 2, 3 ve 4) vardır (Şekil 5).

Ayrıca USB kablosu ile bilgisayara robot tarafından kaydedilen verileri indirmek için bir USB bağlantı noktası mevcuttur. Merkezi modül bluetooth üzerinden bilgisayar ile iletişim kurabilir özellikle üretilmiştir (Baptista, 2009).



Şekil 4. Lego Mindstorms NXT

### b. Sensörler ve Servo Motorlar

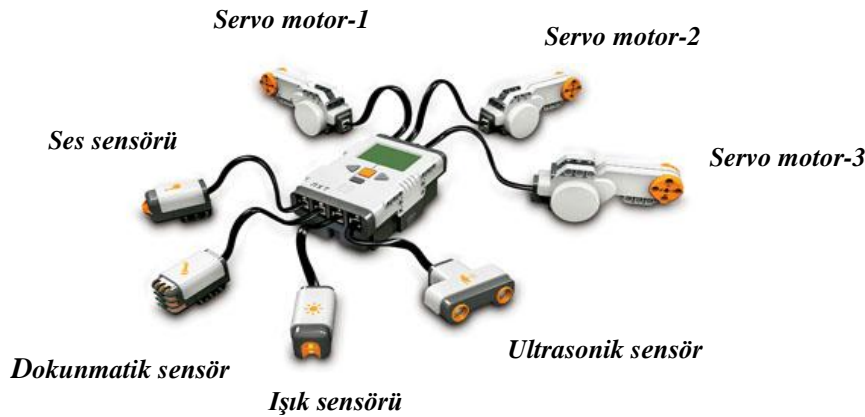
*Dokunmatik Sensör:* Dokunma ile ilgili robota bilgi verir.

*Işık Sensörü:* Bir yüzeyden yansıyan ışığın şiddetini ölçer.

*Ses Sensörü:* Robotun seslere duyarlı olmasını sağlayan sensördür. 90 desibel'e [dB] kadar şiddetli sese duyarlıdır.

*Ultrasonik Sensör:* Robot hareket ettiğinde aldığı mesafelerin ölçülmesini ultrasonik sensör sağlar. Lego tarafından sağlanan teknik özelliklere göre bu sensör ile robot +/- 3 cm hata ile 0 ile 255 cm arasında değişen mesafedeki nesnelere tespit edebilir.

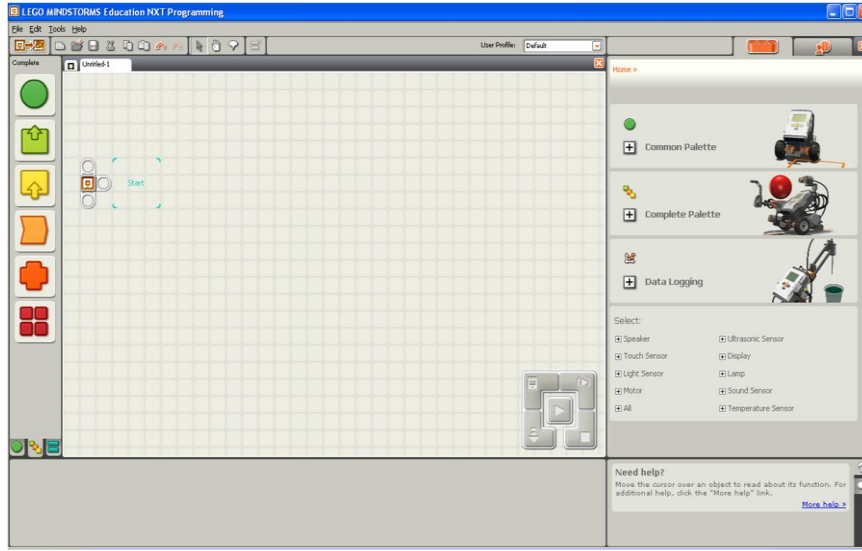
*Servo Motorlar:* Robota hareketlilik veren kısımlardır.



Şekil 5. Lego Mindstorms NXT Merkezi Modüle Bağlı 3 Servo Motor ve 4'lü Sensör Sistemi.

### c. Yazılım

Lego Mindstorms NXT robotlarının programlanması için farklı Lego Mindstorms NXT eğitim yazılımları kullanılmaktadır. *National Instruments* tarafından geliştirilen bu programlama dilleri, çeşitli talimatlara uygun simgeleri sürükleyerek program kurmak için kullanıcıya izin veren bir grafik üzerinde çalışmaktadır. Bu yazılımlardan en çok tercih edileni ise Lego Mindstorms NXT 2.0 yazılım programıdır (Şekil 6).



Şekil 6. Lego Mindstorms NXT 2.0 Yazılım Programı Ekranı.

Lego robotları, öğrencilerin matematiksel düşünme yeteneklerini, işbirlikli çalışma becerilerini, yaratıcılıklarını ve problem çözme becerilerini geliştirmekle birlikte, onlara bilimsel yöntemi, programlama mantığını ve mühendislik tasarım süreçlerini öğretir. Temel olarak öğrenciler Lego parçalarını kullanarak robotlarını inşa ederler ve robotlarının beyni olurlar. Lego programlama işlemi ilköğretim öğrencilerinin anlayabileceği ve üzerinde çalışabileceği kadar basitleştirilmiştir ve daha çok 11-14 yaşındaki öğrencilerin kullanımı için idealdir (Çavaş, 2009).

### Fen ve Teknoloji Eğitiminde Robotik

Fen ve Teknoloji eğitimi süreci sonunda öğrencilerden sorgulama, gözlemlene, yorumlama, sınıflama, deney kurma, araştırma, ölçme, hipotez kurma, ilişkilendirme tanımlama ve genelleme becerilerinin geliştirilmesi beklenir (Goldworthy, 2000). Bu becerilerin geliştirilmesinde birçok yöntem ve tekniğin etkililiği yıllarca sorgulanmış ve değişik bulgular elde edilmiştir. Robotik ise Fen ve Teknoloji eğitiminde etkililiği sorgulanan teknoloji tabanlı yeni bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Aslında dünyadaki uygulamalar göz önüne alındığında çok da yeni bir teknik olmadığı görülmektedir. Nitekim robotiğin eğitimde kullanımı eğitim setlerinin de üretilmeye başlanmasıyla 1990'lı yılların sonlarında başlamıştır. Ancak Türkiye'deki eğitimde kullanımı göz önüne alındığında robotik Türkiye için yeni bir tekniktir.

Robotiğin Fen ve Teknoloji öğretim programının ayrılmaz bir parçası olması artık bir gerekliliktir (Miglino, Lund & Cardaci, 1999) Fen eğitiminde robot tasarımının, robot takımları kurulup yarışmalar düzenlemenin öğrencilerin yaparak yaşayarak deneyimler

kazanması ve teknolojiyi kullanma düzeylerinin artması açısından çok olumlu etkileri bulunmaktadır (Costa & Fernandes, 2004).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; robotiğin Fen ve Teknoloji eğitiminde özellikle laboratuvar uygulamalarında daha çok kullanıldığı görülmektedir. Robotik sayesinde geleneksel deney araçlarıyla alınamayan hassas ölçümler alınabilmekte, eş zamanlı olarak deney grafikleri çizilebilmekte ve kullanıcıdan kaynaklanan ölçme hataları en aza indirilmektedir. Bu açıdan robotiğin fen laboratuvarlarında kullanımı önem kazanmıştır. Nitekim Cameron (2005) “*Mindstorms Robolab: Problem Tabanlı Öğrenme Kulübünde Fen Kavramlarının Geliştirilmesi*” çalışmasında Lego Mindstorms eğitim seti ile yapılan robotları fen laboratuvarında kullanmayı denemiş, bunun için robot kulüpleri oluşturmuş, Fen ve Teknoloji kavramlarını problem tabanlı öğrenme kulübü olarak da nitelendirdiği bu robot kulüplerinde öğretmiştir. Araştırmacı sonuçta, Fen ve Teknoloji kavramlarının bir robot kulübünde problem çözme basamaklarını izleyerek öğretilmesinin, öğrencilerin derse ve Fen ve Teknoloji kulübüne katılma isteklerini artırdığını ifade etmiştir.

Robotiğin Fen ve Teknoloji dersi ile entegrasyonunun sağlanmasında fazla zorluk çekilmeyeceği açıktır. Çünkü robotik alanındaki eğitsel uygulamalar için tasarlanan Lego Mindstorms’ların da eğitimde kullanımının yeniden yapılandırılan Fen ve Teknoloji öğretimi ile felsefi açıdan büyük ölçüde örtüştüğü söylenebilir. Lego Mindstorms eğitim setleri, bir başka deyişle robot kitleri, sınıf içi ve dışı fen eğitiminde öğrencilerin eğlenerek, yaparak, yaşayarak yaratıcı düşünmeyi, üretmeyi öğrenebilecekleri, yeni bilgilerin zihinlerinde aktif bir şekilde bütünleştirebilmelerini sağlayabilecekleri birçok etkinlikler içermektedir (Çavaş, 2009).

Fen ve Teknoloji dersinde Lego Mindstorms eğitim setlerini kullanarak birçok fen deneyi yapabilmek mümkündür. Özellikle müfredatta yer alan “Kuvvet ve Hareket”, “Işık ve Ses”, “Yaşamımızdaki Elektrik”, “Madde ve Isı” gibi fizik ağırlıklı üniteler robotik uygulamaları için oldukça uygundur. Örneğin; bir kütleye uygulanan kuvvet ile kütlenin kazandığı ivme arasında doğrusal bir ilişki olduğu robotik teknolojisi kullanılarak çok daha kolay bir şekilde gözlemlenebilir. Lego Mindstorms NXT ile bir eğik düzlem sistemi kurarak mekanik enerji, iş kanunu, enerjinin korunumu kanunu ile ilgili deneyler de gerçekleştirmek mümkündür (Şekil 7). Tasarlanan robot ile elde edilen verilerden mekanik enerji (kinetik ve potansiyel) değişimi ile korunumsuz kuvvetlerin yaptığı iş kolaylıkla hesaplanabilir (Baptista, 2009).



Şekil 7. Eğik Düzlem Sistemi İçin Tasarlanan Bir Robot Örneği.

Yine 7. Sınıf “Yaylar” konusunda üzerine uygulanan kuvvetleri ölçmek için Lego Mindstorms eğitim seti ile bir dinamometre yapılabilir (Şekil 8). Yayın uzayıp kısılması

sırasındaki hareketler rotasyon sensörü tarafından kaydedilir. Hazırlanan bu robot dinamometre ile basit olarak bir su şişesinin ağırlığı belirlenebilir (Baptista, 2009).



Şekil 8. Robot Dinamometrenin Deneyde Kullanımı.

### Türkiye’de Robotik Üzerine Yapılan Çalışmalar

Türkiye’de robotik üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, robotiğin eğitimde kullanımının oldukça az olduğu görülmektedir. Robotiğin eğitimde kullanımı Türkiye’de daha çok özel okullarda yapılan projeler ve düzenlenen kulüp faaliyetlerinden oluşmakta olup, robot teknolojisi uygulamaları henüz gelişmiş seviyede değildir. Gerekli eğitimsel ve teknik donanımların olmayışı robotik uygulamalarının yeterince gerçekleştirilememesinin en büyük sebeplerindendir. Ayrıca robotların tasarlanmasının masraflı olması da kimi problemleri beraberinde getirmektedir. Ancak tasarlanan robotlar sayesinde öğrencilerin kazanacakları tecrübeler düşünüldüğünde bu robotların eşsizliği bir kez daha anlaşılacaktır (Yang, Zhao, Wu & Wang, 2008)

Robotiğin eğitimde kullanımı ile ilgili Çavaş (2005) ilköğretim kulüp faaliyetleri kapsamında bir proje hazırlamıştır. Araştırmacı “Teknoloji Tabanlı Öğrenme: Robotics Club” adlı çalışmasında 10-13 yaş grubu öğrencilerin robot ve bilgi ve iletişim teknolojileri konusunda bilgi ve beceriler edinmesi için üniversite öğretim elemanları ile birlikte projeler oluşturmak üzere bir araya geldikleri bir araştırma ve öğrenme ortamı tasarlamıştır. Bu öğrenme ortamında görsel programlama, kontrol teknolojileri ve programlanabilir Lego parçaları gibi görselleştirme ve somutlaştırma araçları yer almaktadır. Pedagojik açıdan, yapılandırmacı kuram ışığı altında probleme dayalı öğrenme, yaratıcı problem çözme ve işbirlikli öğrenme ele alınmaktadır. Robotics Club’tan elde edilen araştırma sonuçları bilgisayar yardımıyla robot programlama gibi soyut öğrenme becerilerinin ilköğretim seviyesinde geliştirilmesinde görsel ve somutlaştırma araçlarının önemli roller oynadığını göstermektedir.

Yine Aras (2009) tarafından gerçekleştirilen “Robotik Uygulamalar Bitirme Projesi” adlı başka bir çalışmada, kendisinden istenen renkte bir topu otonom olarak arayıp bulan ve yine kendisinden istenen renkte bir hedef noktasına taşıyabilen bir robot geliştirilmiştir (Şekil 9). Bunu yaparken değişik görüntü işleme algoritmaları ve rota hesaplama algoritmaları kullanılmıştır. Geliştirilmesi durumunda endüstriyel amaçla kullanılacak bu sistemin aynı zamanda bir yapay zekâ uygulaması olduğu belirtilmiştir.





**Şekil 9.** İstenen Renkte Topu Otonom Olarak Arayıp Bulan Robot.

Robotik konusunda Türkiye’de yapılan tez ve makale çalışmaları da dünyadaki çalışmalar göz önüne alındığında oldukça azdır. Mevcut çalışmaların ise daha çok matematik ve mühendislik alanında olduğu görülmekle birlikte robotiğin Fen ve Teknoloji eğitiminde özellikle deneysel uygulamalarda kullanımı ile ilgili tez çalışmalarına rastlanılmamıştır.

Robotikle ilgili yapılan tez çalışmaları dışındaki akademik çalışmalar incelendiğinde çizgi izleyen robot tasarımları üzerine yapılan çalışmaların ağırlıkta olduğu görülmektedir. Nitekim Özdemir, Sezgin ve Yüksel (2007) “Çizgi İzleyen Gezgin Bir Robotun İncelenmesi ve Gerçeklenmesi” adlı çalışmalarında çeşitli engeller içeren ortamlarda, ultrasonik algılayıcılar kullanarak çizgi izleme görevini yerine getiren bir robot tasarlamışlardır. Yine Küçükceylan, Yüksel ve Sezgin (2007) çizgi arama algoritmalarından enine arama algoritmasını inceleyerek enine arama algoritmasının en kısa yol probleminin çözümünde nasıl kullanıldığından söz etmiş ve algoritmanın gerçekleşmesi için kullanılan Lego Mindstorms gezgin robotu ve oluşturulan düzeneği tanıtmışlardır. Çalışmada belirli bir çalışma alanında başlangıç ve bitiş noktaları arasında enine arama algoritmasını kullanarak bulduğu en kısa yolu izleyen Lego Mindstorms RIS seti ile inşa edilmiş bir robot sistemi tasarlanmış ve oluşturulmuştur.

### **Dünyada Robotik Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Dünyada robotik ile ilgili çalışmalar incelendiğinde; özellikle Amerika, Kanada, Avustralya, Yeni Zelanda ve Portekiz’de bu alandaki çalışmaların yoğun olduğu görülmüştür (Hacker, 2003; Teixeira, 2006; Gibbon, 2007; McWhorter, 2008; Silva, 2008; Baptista, 2009; Tse, 2009).

Türkiye’de olduğu gibi dünyada da robotiğin mühendislik alanında kullanımı eğitim alanında kullanımına göre daha fazladır (Sünderhauf, Krause ve Protzel, 2006; Gerekce, Hahmann ve Wagner, 2004; Vollstedt, 2005; Hacker, 2003). Çalışmalar incelendiğinde robotiğin temel mühendislik ilkelerini öğretmede, öğrencilerin mühendislik bilimlerine ve teknik konulara ilgilerini artırmada etkili olduğu görülmektedir. Vollstedt (2005) in yaptığı çalışmada geliştirilen Lego Robotik öğretim programı 12 orta dereceli okuldaki yaklaşık 300 öğrenciye uygulanmış, yapılan öntest ve sontestler neticesinde öğrencilerin fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarına olan ilgi ve bilgilerinin robotik uygulamaları sayesinde anlamlı düzeyde arttığı ifade edilmiştir. Hacker’ın (2003) yaptığı çalışmada ise “*Robolab*” isimli bir proje geliştirilmiş, proje kapsamında 3-6. sınıf öğrencilerinin temel düzeydeki fen ve mühendislik ilkelerini öğrenmelerinde robot teknolojisinin etkisi incelenmiştir. 8 haftalık uygulama sonucunda öğrencilerin tasarlanan robotlarla temel düzeydeki fen ve mühendislik ilkelerini uygulama imkânı buldukları ve daha anlamlı bir öğrenme içine girdikleri ortaya çıkmıştır.

Dünyada robotiğin eğitimde kullanımı üzerine yapılan çalışmalara bakıldığında, robotiğin eğitimde bir lokomotif unsur olarak görüldüğü ve robot teknolojisine çok önem verildiği açıktır. Nitekim bu konuda birçok yüksek lisans ve doktora tezleri hazırlanmış (Gibbon, 2007; Teixeira 2006; Baptista, 2009; Ribeiro, 2006; Cameron, 2005), projeler geliştirilmiştir (Costa & Fernandes, 2005; Cameron, 2005; Hacker, 2003). Gibbon'un 2007 yılında yaptığı çalışmasında 5. ve 6. sınıf öğrencilerinin ıraksak-yakınsak düşünme ve uzamsal zekalarını kullanmada Lego Mindstorms'ların etkisi araştırılmıştır. Çalışma kapsamında 142 öğrenciyle bir hafta boyunca 10 saatlik bir proje yürütülmüş ve Lego Mindstorms Robotik Buluş Sistemi'nin yakınsak düşünme üzerinde etkili olmadığı ancak ıraksak düşünmeyi yani ortak düşüncelerden hareketle farklı düşüncelere ulaşabilme becerisini olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır. Yine Costa ve Fernandes (2005) 8 farklı Avrupa ülkesindeki 10 okuldan 12-14 yaşları arası 300 öğrenciyi kapsayan "*Robots at School: The Eurobotice Project*" isimli bir robotik projesi geliştirmişlerdir. Proje konusu uzay bilimiyle sınırlandırılmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin problem çözme, problemlere pratik çözümler bulma, eleştirel düşünme, kendi yeteneklerinin farkına varma, teknoloji kullanmaya daha fazla isteklilik gibi birçok beceriyi kazandıkları dile getirilmiştir. Goldman, Eguchi ve Sklar (2004) da yaptıkları çalışmada benzer sonuçlara ulaşmışlardır.

Yapılan çalışmalar incelendiğinde; özellikle Portekiz eğitiminin her düzeyinde robotik eğitim setlerine dayalı yüksek lisans tezlerine rastlanmaktadır. Bu tezlerde robotiğin daha çok fizik deneylerinde kullanıldığı görülmektedir. Çünkü fizik deneylerinde yapılacak gözlem ve ölçümler robot teknolojisi kullanılarak kolayca yapılabilen, aynı zamanda da fizik konularını anlama gücünü çeken öğrenciler için robotlarla öğretimin daha yararlı olabileceği düşünülmektedir. Bu alanda Portekiz'de yapılan ilk çalışmalardan biri Teixeira (2006) tarafından gerçekleştirilmiştir. "*Ortaöğretimde Robotik Uygulamaları: Lego Mindstorms Sistemi ve Fizik*" başlıklı çalışmasında araştırmacı, ortaöğretimde robotik kullanımına yer vermekte, özellikle projeler geliştirmek için pedagojik bir araç olarak robotları önermektedir. "*Fizik Öğretiminde Robotiğin Potansiyel Kullanımı*" konulu bir başka çalışmada Silva (2008) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmanın temel amacı, fizik öğretiminde ses ve ışık ile ilgili konularda robotiğin potansiyel kullanımını değerlendirmektir. Çalışma sonucunda fizik konularında konsantrasyon gücünü çeken öğrenciler için katılım ve motivasyon açısından önemli gelişmeler kaydedilmiştir. Baptista'nın (2009) "*Fizik Deneylerinde Robot Sistemi Kullanma*" başlıklı ortaöğretim öğrencilerini hedefleyen ve fizik öğretimine yeni bir yaklaşım sunmayı amaçlayan çalışmasında da mekanik yasalarına yönelik deneyler, Lego Mindstorms NXT seti kullanılarak tasarlanan robotlarla yapılmış, öğrencilerin motivasyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Ayrıca Lego Mindstorms NXT robotik eğitim seti ve yazılım çalışmaları hakkında öğretmen ve öğrencilere bilgiler verilmiş, çeşitli gösteri deneyleri yapılmıştır. Yapılan araştırma sonucunda robotlarla yapılan bu çalışmanın öğrenciler açısından motive edici olduğu, öğrencilerin bilim ve mühendisliğin temel ilkelerini öğrenmelerine katkı sağladığı ortaya çıkmıştır.

Eğitimde robotların kullanımı konusunda dünyanın hatırı sayılır çalışmalarını yapan ülkelerden biri de Japonya'dır. Japonya değişik ülkelerin üniversitelerindeki ilgili kişileri robotik alanında bilgilendirmekte, robotların gerçek dünyadaki problemlere gerçekçi çözümler getirip getiremeyeceklerini yıllardır tartışmaktadır. Solis ve Takanish'in (2009) robotların eğitimdeki etik rolleri üzerine yaptığı çalışma da Japonya'daki robotik eğitimini eleştirel bir gözle incelemektedir.

Dünyada robotiğin ilköğretim öğretim programında kullanılmasıyla ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar incelendiğinde; robotiğin öğrencilerin derse karşı motivasyonlarını ve teknolojiyi kullanma düzeylerini arttırdığı, teknolojinin yarattığı olumsuz edilgen psikolojisini azalttığı, ayrıca öğrencilere problem çözme, eleştirel düşünme, karar

verme, yaratıcı düşünme gibi becerileri kazandırdığı görülmektedir. İlköğretimde robotik kullanımı üzerine bir çalışma Ribeiro (2006) tarafından hazırlanmıştır. “*Robot Carochinha: Temel Eğitim Döngüsünde Robotik Eğitimi Üzerine Niteliksel Bir Çalışma*” başlıklı yüksek lisans tezinde öğrenciler ile geliştirilen robotlar yerleşik ve popüler masal tarihini dramatize etmek için öğrenciler ile beraber programlanmıştır (Şekil 10). Bu niteliksel çalışmanın temel sonucu olarak robotiğin öğrencilerde disiplin ve yüksek düzeyde motivasyon sağladığı elde edilmiştir.



Şekil 10. İlköğretimde Robotik Uygulamaları (Riberio, 2006)

Robotiğin ilköğretim birinci kademede kullanımı ile ilgili Marulcu'nun (2010) 5. sınıf öğrencilerinin basit makinalar konusunu öğrenmelerinde Lego temelli-mühendislik odaklı-tasarım tabanlı eğitim programı ile soruşturma tabanlı eğitim programını karşılaştırdığı doktora tez çalışması da bu noktada dikkat çeken başka bir çalışmadır. Marulcu, kontrol gruplu öntest-sontest deneysel desen modelini kullandığı araştırmasında, öğrencilerin günlük yaşam problemlerini çözmeye, daha anlamlı öğrenmelerini sağlamada Lego temelli eğitimin gerekliliğini vurgulamıştır.

Finlandiya'da yer alan Joensuu Üniversitesi'nde de ilköğretimde robotik ile ilgili her yıl uluslararası konferanslar ve yaz okulları düzenlenerek ilköğretim öğrencilerine yönelik teknolojik bilgi ve becerilerin nasıl geliştirilebileceği ile ilgili kuramsal ve uygulamalı çalışmalar yapılmaktadır (Çavaş, 2005).

Robotiğin Fen ve Teknoloji eğitiminde kullanımıyla ilgili yurtdışındaki çalışmalar incelendiğinde; robotiğin özellikle laboratuvar uygulamalarında kullanıldığı (Hacker, 2003; Cameron, 2005) görülmektedir. Bu çalışmalardan biri de Cameron'un (2005) Lego Mindstorms Eğitim Seti ile yapılan robotları fen laboratuvarında kullanarak hangi fen kavramlarının öğretilebileceğini, robotları inşa ederken hangi problem çözme stratejilerinin kullanılmasını gerektiğini ve robotların fen laboratuvarında kullanılmasının öğrencilerin Fen ve Teknoloji kulübüne katılma isteklerini nasıl etkilediğini araştırdığı “*Mindstorms Robolab*” isimli çalışmasıdır. 2004-2005 eğitim öğretim yılında 8. sınıf seviyesinde üç robot kulübü kurularak ve başlangıçta katılımcılara Robolab programı hakkında bilgi verilerek yürütülen çalışmanın önemli aşamaları 45-60 dk. süren videolar halinde kaydedilmiştir. Araştırma sonucunda, Fen ve Teknoloji kavramlarının bir robot kulübünde problem çözme basamaklarını izleyerek öğretilmesinin öğrencilerin Fen ve Teknoloji kulübüne katılma isteklerini artırdığı ifade edilmiştir.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

Robotikle ilgili literatür incelendiğinde görülmektedir ki, robotik eğitime yönelik uluslararası alanda, ülkelerin üniversiteler ve kurumsal yapılar boyutunda robotiği genel bilimler arasında bir yere oturtmak, paylaşımlar yapabilmek, eğitim ortamlarını bu tip projeler oluşturarak daha verimli hale getirmek için çabaları söz konusudur. Türkiye’de de robotik konusunda bu tür faaliyetlere rastlanmakla birlikte henüz yeterli düzeye değildir. Bu nedenle konu üzerinde daha fazla araştırma yapılması gerektiği sonucuna ulaşılabilir. Özellikle ilköğretimde farklı disiplinlerde robotiğin kullanılması ve sonuçlarının değerlendirilmesi Türkiye’de bu alandaki çalışmalara katkı sağlayacaktır. Robotiğin yurtdışındaki okullarda “*Robotic Science*” adı altında ayrı bir ders olarak verilmeye başlandığı düşünülürse, ülkemizin eğitim alanında robot teknolojisini uygulama ve kullanmada daha çok çalışması gerektiği ortadadır. Bunun için çağımızın teknolojik gelişmelerinin eğitim sistemimizle entegrasyonunun sağlanması önemli bir gerekliliktir.

AB bünyesinde oluşturulan Hayat Boyu Öğrenme Programı (LLP), Leonardo da Vinci Eğitim Programı, Avrupa Birliği Robot Ağı (EURON) gibi programlar çerçevesinde gerçekleştirilen eğitim faaliyetleri ve proje fonlarından ülkemizin şu ana kadar aldığı pay son derece yetersizdir. Robotiğin eğitimde kullanımını sağlamak adına bu programlardan daha fazla yararlanılmalı ve yeni projeler geliştirilmelidir. Çünkü bu alanda yapılacak her çalışma, geliştirilen her proje robot teknolojisi destekli fen eğitiminin geleceği adına ayrı bir önem taşımaktadır.

Çocuklara bilim ve teknolojiyi sevdirmek, bu alandaki yaratıcılıklarını geliştirmek amacıyla 13 yıldır düzenlenen First Lego Ligi (First Lego League- FLL), bu yıl 7. kez Türkiye’de de ulusal turnuvalarla gerçekleştirilmiştir. Çocukların robotlarını kullanarak yarıştıkları dünyanın en prestijli organizasyonları arasında yer alan FLL turnuvalarını Türkiye’de düzenleyen Hakan Habip, robotların eğitimde kullanımı ve Lego Mindstorms setleri hakkında şunları dile getirmektedir (URL-3, 2011):

*“9 yaşındaki çocuk da, üniversite öğrencileri de, anne babalar da Lego Mindstorms kullanarak farklı şeyler öğrenebiliyorlar. Çocuklar matematik ve fen konularını daha iyi anlıyorlar, mühendislik kavramlarıyla tanışıyorlar, çalışırken takım çalışması yapıyorlar, paylaşımı yaşıyorlar. Bu yıl bizler ilköğretim müfettişleri, MEB, EĞİTEK gibi kurumlara sunumlar yaptık, 10 kadar eğitim konferansına katıldık. Farklı sanayi kuruluşlarına FLL’yi tanıttık. Artık ülkeler bilişim becerili gençler talep ediyor ve robotik eğitime ilköğretim/lise müfredatlarında yer vermeye çalışıyor. Önümüzdeki 5-10 yıl içinde de Türkiye’de her ilköğretim kurumunda robotik sınıfları görürsek ben şaşırım...”*

Robotiğin bu kadar gelecek vadeden bir teknoloji olduğu düşünüldüğünde bu alanda yapılacak çalışmalar daha büyük önem kazanmaktadır. Fen ve Teknoloji eğitiminde robotik uygulamalarının öğrencilerin başarısı, derse karşı tutumu, motivasyonu ve yaratıcı öğrenmeleri üzerindeki etkisi, öğrencileri Fen ve Teknoloji ile ilgili mesleklere yöneltme noktasındaki potansiyeli, üst düzey bilimsel süreç becerilerine katkısı gibi araştırmalar, bu alandaki boşluğu doldurarak uygulayıcılara ve diğer araştırmacılara önemli ipuçları vereceği için önerilebilecek önemli araştırmalar olarak görülmektedir.

Robot teknolojisi artık bilimsel ve teknolojik olarak ayağa kalkmış ve ilerlemekte olan bir bilim dalı ve teknolojik birikimdir. Özellikle endüstriyel alanda ve hizmet sektöründe birçok kolaylık sağlayan robot teknolojisinin eğitim alanında da kayda değer ilerlemeler yaratacağı düşünülmektedir.



## Technology Based Learning in Science and Technology Education: Robotic Applications

Ayşe KOÇ<sup>1</sup>, Uğur BÖYÜK<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Teacher, Yemliha Sami Yangın Primary School, Kayseri-TURKEY

<sup>2</sup> Assoc. Prof. Dr., Erciyes University, Kayseri-TURKEY

**Received:** 16.12.2011

**Revised:** 31.12.2012

**Accepted:** 15.01.2013

*The original language of article is Turkish (v.10, n.1, March 2013, pp.139-155)*

---

**Key Words:** Science and Technology Education; Technology Based Learning; Robotic Applications

### SYNOPSIS

#### INTRODUCTION

Recently, the rapid developments have been experienced in science and technology. All countries have struggled to adapt developing science and technology (Information Council Report, 2003). As we have known that elementary curriculum changed by the Ministry of National Education in 2004-2005 educational year and the name of science lesson was determined as "Science and Technology". So, it has been aimed to be intertwined with science and technology.

Nowadays when we consider Science and Technology education in the world, a new technology area has been seen. This technological innovation called "Robotic" provides great advantages in obtaining data especially in Science and Technology laboratory applications and as well as gains students many skills such as problem solving, critical and creative thinking (Costa & Fernandes, 2004).

#### PURPOSE of the STUDY

This research aims to provide information on the use of robotics in science and technology education, to help planning and applications about robotics in Turkey. With this provided information, more integrated Science and Technology lesson with the technology in practice are aimed. In this context, at first the educational robotic sets: Lego Mindstorms will be introduced, and then the information about robotics how to use on practices in Science and Technology education and robotic researches in Turkey and in the world will be given.



### **Robotic and Lego Mindstorms NXT Educational Kits**

The robotic is a term about the use and work of robots. For the first time, in the early 1940s Russian-born American scientist and writer Isaac Asimov used the word “robotic” related with robot technology. Robotic is a branch of technology that deals with the design of the robot in many areas such as electronics, engineering, mechanics (URL-1, 2011).

Today robotic has been an essential part of the process of science and engineering education. However, up to now all studies related to robotic education are new and insufficient.

When we decided to make a robot, the main problem this robot's mechanical design. This problem can be solved easily by producing but the cost will be high. The main solution to this problem is creating a robot with the help of available kits such as “Lego Mindstorms”. Lego Mindstorms is recommended by many researchers for using robots in the education (Zhao, Tan, Wu and Li, 2008).

“Lego Mindstorms NXT” educational kit has been designed by Massachusetts Institute of Technology (MIT) researchers and manufactured by the Lego Company. It is a new technology which allows for students developing their own robots themselves.

Lego Mindstorms kit consists of a lot Lego technique bricks, a central module can be controlled by the computer, software which allows easy programming with graphical interface, sensors (sound, light, distance and touch-sensitive) and servomotors for the movement of the robot.

The ultrasonic sensor is sensitive to distance. This sensor has a receiver and a transmitter section. The transmitter sends a signal, if the signal hits a material in a noticeable distance, the receiver will detect it and the signal will go back. The touch sensor activates when touched. The sound sensor is used as a microphone. This sensor can hear surrounding sounds, save, remove or sound. To make a robot with Lego Mindstorms, as well as any Lego product, big or small several pieces must be combine.

### **Robotic in Science and Technology Education**

It is expected that all students have some skills such as inquiry, observation, interpretation, classification, setting up the experiment, researching, measurement, setting up the hypothesis, association, identification and generalization at the end of the process of science and technology education (Goldworthy, 2000). Robotic appears to us as a new technology-based technique that inquiries the development of these skills.

In fact that when we have researched the applications about the robotic, it has been seen that robotic isn't a new technique in the world. Indeed, the use of robotics in education has started at the end of 1990s with produced educational sets. However, when we think that use of robotics in education in Turkey, robotic is a new technique in Turkey.

If the studies about robotic have examined, it has been seen that robotic is used more in science and technology education especially laboratory applications. On the other hand, this technological innovation provides great advantages in obtaining data especially in Science and Technology laboratory applications and as well as gains students many skills such as problem solving, critical and creative thinking. So, the use of robotics has gained importance in science laboratories.

In Science and Technology lesson, it is possible doing many science experiments using Lego Mindstorms kits. Especially the units related with physics such as "Force and Motion", "Light and Sound", "Electricity in Our Lives," "Matter and Heat" are mainly suited for robotic applications.

### **The Researches about Robotic in Turkey**

In Turkey when the studies on robotics are been analyzed, it is seen that the use of robotics in education is very insufficient. This study have involved the education projects in schools and social club activities and the applications of robot technology hasn't been advanced level yet.

The lack of required educational and technical equipment is the biggest cause for cannot be provided adequately of robotic applications. Also the expensive design of robots brings some problems. However, when we consider the experience of students designed robots, the uniqueness of these robots will be understood once again (Yang, Zhao, Wu & Wang, 2008).

### **The Researches about Robotic in the World**

When we analyze the studies on robotics in the world, especially in America, Canada, Australia, New Zealand and Portugal there are intensely studies in this area (Hacker, 2003; Teixeira, 2006; Gibbon, 2007; McWhorter, 2008; Silva, 2008; Baptista, 2009; Tse, 2009).

Looking at the researches on the use of robotics in education in the world, robotics and robot technology in education is seen as a very important locomotive element. In fact, in this regard many graduates and doctoral theses have been prepared (Gibbon, 2007; Teixeira, 2006; Baptista, 2009; Ribeiro, 2006; Cameron, 2005), projects have been developed (Costa & Fernandes, 2005; Cameron, 2005; Hacker, 2003).

The use of robotics in the field of engineering in the world is more than in the field of education as well as in Turkey (Sünderhauf, Krause & Protzel, 2006; Gerekce, Hahmann & Wagner, 2004; Vollstedt, 2005; Hacker, 2003). When the studies have examined, it has been seen that robotic is effective to teach the basic engineering principles of robotics and to be increasing the interest of students about engineering sciences and technical subjects.

## **DISCUSSION and RESULTS**

As shown in this study, more countries have struggled to make robotic more efficient on education in the international arena. In so much that there is a separate lesson about robotic applications under the name "Robotic Science" in schools in the world. But in Turkey, the robotic applications is not at adequate level. So, more and more research has to be done on robotics. Especially, the use of robotics in different disciplines and evaluate the results of studies on this subject will contribute to Turkey.

## **SUGGESTIONS**

As a result of this research, the studies in robot technology have gained more importance. According to the results of this study, it is suggested that the effect of robotic applications on the success of students in Science and Technology education, the attitude towards the lesson, on the motivation, on the creative learning and on the science process skills are seen as important researches will be recommended.

**KAYNAKLAR/REFERENCES**

- Aras, B. (2009) *Robotik Uygulamalar Bitirme Projesi*, İstanbul Üniversitesi, Bigisayar Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- Baptista, R. M. (2009) *Utilização de um sistema robótico em experiências de Física*, Departamento de Física, Faculdade De Ciências Universidade Do Porto, Junho.
- Bilişim Şurası Raporu, (2003). Türkiye Bilişim Vakfı, Ankara.
- Cameron, R. G. (2005) *Mindstorms Robolab: Developing Science Concepts During a Problem Based Learning Club*, The Master Thesis, Department of Curriculum, Teaching and Learning, The University of Toronto, Canada.
- Costa, M. F. & Fernandes, J. (2004) *Growing up with robots*. Proceedings of Hsci2004. <http://www.hsci.info/hsci2004/PROCEEDINGS/FinalPapers/E00461377837.pdf>.
- Costa, M. F. & Fernandes, J. (2005) *Robots at School. The Eurobotice project*. Proceedings of Hsci2005. <http://www.clab.edc.uoc.gr/2nd/pdf/30.pdf>.
- Çavaş, B., & Çavaş, H. P. (2005) “*Technology Based Learning: Robotics Club*” AB-2005, Gaziantep Üniversitesi, 2-4 February 2005, Gaziantep.
- Çavaş, B. (2009) İlköğretimde Robot Uygulamalarının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ile Yaratıcılıklarına Etkisi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Devam Eden Bilimsel Araştırma Projesi. <http://web.deu.edu.tr/robotprojesi/>.
- Gerekce, U., Hahmann, P. & Wagner, B. (2004) Concepts and Components for Robots in Higher Education, *World Automation Congress*, Seville, Spain, June 28th-July 1st.
- Gibbon, L. W. (2007) Effects of Lego Mindstorms on Convergent and Divergent Problem Solving and Spatial Abilities in Fifth and Sixth Grade Students, A Doctoral Thesis, Seattle Pacific University, USA.
- Goldman, R., Eguchi, A. & Sklar, E. (2004) Using Educational Robotics to Engage Inner-City Students with Technology, *In Proceedings of the 6th International Conference on Learning Sciences*, Santa Monica, California, June 22 - 26, 2004.
- Goldworthy, A. (2000). *Teaching Students How to Investigate*, Paper Presented at the Annual Meeting of Science Conference. Nicosia. Cyprus.
- Hacker, L. (2003). *Robotics in Education: ROBOLAB and Robotic Technology as Tools for Learning Science and Engineering*, Tese de licenciatura apresentada ao Department of Child Development da Tufts University, Disponível em: <http://ase.tufts.edu/roboticsacademy/Theses/LauraHacker03.pdf>
- Jimoyiannis, A. & Komis, V. (2001) Computer Simulations in Physics Teaching and Learning: *A Case Study on Students' Understanding of Trajectory Motion*, Computer and Education, 36, 183-204.
- Küçükceylan, O., Yüksel, T. & Sezgin, A. (2007) *Enine Arama Algoritmasını Kullanarak En Kısa Yol Probleminin Çözümünün Lego Mindstorm ile Gerçeklenmesi*, IV. Otomasyon Sempozyumu, s: 25 - 29, OMÜ - SAMSUN, 2007.
- Marulcu, İ. (2010) *Investigating The Impact of a Lego Based, Engineering-Oriented Curriculum Compared to an Inquiry-Based Curriculum on Fifth Graders' Content Learning of Simple Machines*, Dissertation Prepared for the Degree of Doctor of Philosophy, Boston College, Lynch School Of Education, Department Of Teacher Education, Special Education.
- Matarić M., J. (2004) Robotics Education for All Ages, *AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*, Palo Alto, CA.
- McWhorter, W. A. (2008) *The Effectiveness of Using Lego Mindstorms Robotics Activities to Influence Self-Regulated Learning in a University*, Introductory Computer Programming



- Course, Dissertation Prepared for the Degree of Doctor of Philosophy, University of North Texas, USA.
- MEB (2005). *İlköğretim Fen ve Teknoloji Dersi Öğretim Programı*, Ankara.
- Miglino, O., Lund, H.H. & Cardaci, M. (1999). Robotics as an Educational Tool. *Journal of Interactive Learning Research*, 10 (1), 25-47. Charlottesville, VA: AACE.
- Özdemir., Y., Sezgin, A. & Yüksel, T. (2007) Çizgi İzleyen Gezgin Bir Robotun İncelenmesi ve Gerçeklenmesi, *IV. Otomasyon Sempozyumu*, OMÜ-SAMSUN, 2007, s: 21 – 24.
- Ribeiro, C. (2006) *RobôCarochinha:Um estudo qualitativo sobre a robótica educativa no 1º ciclo do ensino básico*. RepositóriUM. [Online] 22 de Dezembro de 2006. <http://hdl.handle.net/1822/6352>
- Silva, J. (2008) Tese de Mestrado. *Robótica no ensino de Física*. [Online] 4 de Fevereiro de 2008. <http://hdl.handle.net/1822/8069>.
- Solis, J. & Takanishi, A. (2009) Practical Issues on Robotic Education and Challenges Towards RoboEthics Education, Robot and Human Interactive Communication, *The 18th IEEE International Symposium*, Romania.
- Sünderhauf, N., Krause, T. & Protzel, P. (2006) Bringing Robotics Closer to Students -A Threefold Approach, *International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2006*, Orlando.
- Şabanoviç, A. & Yannier, S. (2003) Robotlar: Sosyal Etkileşimli Makineler, *TÜBİTAK Bilim Teknik Dergisi*.
- Teixeira, J. C. (2006) Tese de Mestrado. *Aplicações da Robótica no Ensino Secundário: o Sistema Lego Mindstorms e a Física*. [Online] Março de 2006. [http://mars.fis.uc.pt/~francisco/ap/tese\\_jct\\_mindstorms.pdf](http://mars.fis.uc.pt/~francisco/ap/tese_jct_mindstorms.pdf).
- Tse, S. B. (2009) *Mindstorms Controls Toolkit: Hands-On, Project-Based Learning of Controls*, A Master Thesis of Science in Mechanical Engineering, School of Engineering, Tufts University, Medford, Massachusetts, USA.
- Vollstedt, A. M. (2005) *Using Robotics to Increase Student Knowledge and Interest in Science, Technology, Engineering, and Math*, A Master Thesis of Science in Mechanical Engineering, University of Nevada, Reno.
- Wood, S. (2003) Robotics In The Classroom: A teaching tool for K- 12 Educators, *Symposium of Growing up with Science and Technology in the 21st Century*, Virginia, ABD.
- Yang, X., Zhao, Y., Wu, W. & Wang, H. (2008) Virtual Reality Based Robotics Learning System, *International Automation and Logistics Conference, ICAL 2008*.
- Zhao, S., Tan, W., Wu, C. & Li, C. (2008) Research on Robotic Popular Science System Based on LEGO Bricks, *International Computer Science and Software Engineering Conference*.
- URL-1. (2011) <http://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
- URL-2. (2011) <http://etiksevda.instantfreesite.com/lego.htm>
- URL-3. (2011) <http://www.bilisimdergisi.org/s133>