

**ARDUİNO İLE MATERYAL TASARIMI: OTOMATİK SINIF HAVALANDIRMA
SİSTEMİ****MATERIAL DESIGN WITH ARDUINO: AUTOMATIC CLASSROOM VENTILATION
SYSTEM****Doç. Dr. Nezh ÖNAL**Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi,
<https://orcid.org/0000-0002-1103-8771>**ÖZET**

Öğrencilerin bir dersi dinlerken rahat nefes alabilmeleri, derse dikkatlerini verebilmeleri ve dersi anlamaları oldukça önemlidir. Oksijen seviyesi iyi olmayan havasız ortamlar, öğrencide dikkat dağınıklığı ve huzursuzluk yaratabilir. Bu da öğrencinin kendini derse verebilmesini, dersi anlamasını ve ders çalışmasını önemli ölçüde etkileyebilir. Daha önemlisi sağlık açısından ciddi sorunlar ortaya çıkarabilir. Ortamdaki oksijen düzeyi istenilen seviyede kalırsa öğrencilere ders sonuna kadar etkili ve verimli ortamı sağlanabileceği öngörülmektedir. Buradan hareketle açık kaynaklı bir mikrokontrolcü platform olan Arduinonun çeşitli sensörlerden gelen sinyallerin okunabilmesi, ışık yakıp söndürebilmesi ve motor çalıştırabilmesi özelliklerinden yararlanılarak oksijen seviyesini kontrol eden ve belli bir miktarın altına düştüğünde otomatik olarak havalandırma açan prototip bir sınıf ortamı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Ayrıca araştırmada Milli Eğitim Bakanlığı'nda (MEB) görevli iki öğretmen ve bir devlet üniversitesinde görevli iki akademisyenle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmeler sonucunda Arduino elektronik devre kartı, sınıfın havalandırılması için fan, oksijen değerini ölçmek için oksijen sensörü ve LCD ekran kullanılması kararlaştırılmıştır. Bu elektronik malzemeler bir bilişim teknolojileri sınıfı baz alınarak tasarlanan maket üzerine gerçeğine uygun bir biçimde yerleştirilmiştir. Araştırmanın, ortamdaki oksijen seviyesinin ideal olması durumunda öğrencilerin daha rahat nefes alabilmesi, derslerde veya sınıf ortamında bireysel çalışmalarını esnasında dikkat seviyesinin daha iyi olması, sağlık açısından gerekli oksijenin alınması ve vücuttaki semptomların sağlıklı bir şekilde çalışmasına etkili olabilecek sınıf ortamlarının tasarımı için önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Arduino, materyal tasarımı, sınıf, BT laboratuvarı, havalandırma sistemi

ABSTRACT

It is very important for students to be able to breathe comfortably while listening to a lesson, to pay attention to the lesson and to understand the lesson. Stuffy environments with poor oxygen levels can create distraction and discomfort in the student. This can significantly affect the student's ability to devote himself to the lesson, his understanding of the lesson and his study. More importantly, it can cause serious health problems. If the oxygen level in the environment remains at the desired level, it is predicted that students will be able to provide an effective and efficient environment until the end of the lesson. From this point of view, Arduino, an open-source microcontroller platform, designed a prototype classroom

environment that controls the oxygen level by making use of the ability to read signals from various sensors, turn on and turn off the light and start the engine, and automatically turn on ventilation when it falls below a certain amount. In this study, interviews were made with 2 teachers from MoNE and 2 academics from a state university, and as a result of these interviews, it was decided to use an Arduino electronic circuit board, a fan for ventilation of the classroom, an oxygen sensor and an LCD screen to measure the oxygen value. These electronic materials are placed on a model that is designed based on an information technology class. The study is thought to be important for students' ability to breathe more comfortably if the oxygen level in the environment is ideal, their attention level is better during lessons or individual studies in the classroom environment, the oxygen required for health, and the design of classroom environments that can affect the healthy functioning of the symptoms in the body.

Keywords: Arduino, material design, classroom, IT lab, ventilation system

1.GİRİŞ

Eğitim ve öğrenme sürecinde okullardaki sınıf ortamları en önemli destekleyici olup ergonomi göz önüne alındığında, fiziksel çevre; sıcaklık, nem, gürültü, ısı, hava basıncı, havalandırma, hava kalitesi, akustik, toz, ışık vb. etkenler bu ortamlardaki eğitim-öğretim kalitesini etkileyebilmektedir. Özellikle, temel fiziksel değerlerin (hava kalitesi, sıcaklık ve gürültü, vb.) öğrenme üzerinde etkiye sahip olduğuna ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Edwards, 2006; Hunter, 2006; Vandier, 2011; Al Şensoy ve Sağgöz, 2015). Kapalı bir ortamda bulunmak gerekir ve bu ortam yetersiz havalandırılır veya hiç havalandırılmazsa bazı olumsuz sonuçların ortaya çıkması kaçınılmaz olacaktır. Örneğin; a) havadaki oksijenin azalması ve karbondioksit miktarının artması, b) insanların ağız, burun ve vücutlarının yanı sıra elbiselerinden ve diğer eşyalarından yayılan organik kirleticilerin oluşturduğu koku, c) insanların nefeslerinden ve derilerinden buharlaşma ile ortamdaki nem, d) insanların vücut sıcaklığının etkisiyle ortam sıcaklığını artırması bunlardan bazılarıdır (Öztürk, Aykaç ve Kaya, 2013).

İç ortam hava kirliliği inceleme çalışmasında okullar özel bir öneme sahiptir. Çünkü okul çağındaki çocuklar fiziki, biyolojik ve sosyal çevredeki koşullara büyüklere göre daha duyarlıdır. Akciğer gelişiminin büyük oranda doğum sonrasında ve erken çocukluk döneminde gerçekleşmesi ve fizyolojik yapılarından dolayı çocuklar, hava kirliliğinden erişkinlere göre daha fazla etkilenirler. Sınıf bilgisayar laboratuvarları, ofis vb. kapalı iç ortamlarda verimli ders işlemek veya çalışabilmek için insanlar temiz bir havaya ihtiyaç duymaktadır. Bu tür alanlardaki oksijen değerleri yeterli olmadığı takdirde, öğrencilerin veya çalışanların performansları ciddi derecede düşebilmekte ve bazı sağlık sorunları meydana gelebilmektedir. Özellikle çocukların bunaltıcı ortamlara yönelik daha hassas olabilmesi sınıf ortamlarının hava kalitesine dikkat edilmesi açısından özel bir önem taşımaktadır (Öztürk, Aykaç ve Kaya, 2013; Öztürk ve Düzovalı, 2011). İlköğretim okullarındaki bina içi hava kalitesinin sağlığa etkileri araştırılan bir çalışmada, bina içi hava kalitesine bağlı olabilecek rahatsızlıklar arasında boğazda kuruluk, baş dönmesi, sinüs tıkanıklığı ve göğüs sıkışması gibi semptomlar tespit edilmiştir (Turan, Kocahakimoğlu, Kavcar ve Sofuoğlu, 2009). Farklı bir çalışmada Ay (2013), ilköğretim birinci kademe okullarının fiziki ortamlarının biyoharmonolojik uygunluk seviyelerini araştırılmış, araştırmasının sonucuna göre de binaların kapasite ve yapısal özellikleri bakımından etkili bir öğretim ortamına elverişli olmadığını

belirtmiştir. Bulut (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise doğal havalandırmanın iç hava kalitesi sağlamadığı, konutlarda ahşap pencerelerde hava birikim miktarının göreceli olarak yüksek olduğu fakat iç hava kalitesi açısından yeterli olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca Bulut'un araştırmasında sınıf ve ofislerde bulunan çift camlı PVC'lerin hava geçirgenliği açısından iyi olduğu ancak temiz hava sağlamak açısından iyi olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan bir başka çalışmada, hava kökenli bakterilerin konsantrasyonlarının havalandırma kaynaklı olarak dış ortamdan çok etkilendiği, yıl boyunca farklı zamanlarda yapılan çalışmalarda bakterilerin oluşumunun mevsim değişikliğinden daha çok havalandırma ile ilintili olduğu sonucuna varılmıştır (Sivri, Bağcıgil, Metiner, Çelik ve Sığircı, 2017). Güllü (2016) araştırmasında kapalı ortamlardaki hava kalitesi üzerine yapılmış çalışmaları derlemiş, ölçülen iç ortam hava kalitesine yönelik olarak çalışma sonuçlarının fiziksel, mikrobiyolojik ve kimyasal parametreler açısından incelemesini sağlamış en sıklıkla ölçülen parametreler, gözlenme aralıkları ve gözlenen sağlık sorunları ile ilgili bulguların derlendiği bir durum tespiti yapmıştır. Anketler ve ölçüm çalışmaları ile gerçekleştirilen araştırma sonuçları, okullardaki kötü hava koşullarının, çocuklarda gözlenen üst solunum yolu rahatsızlıkları, baş ağrısı, hafıza ve konsantrasyon problemleri, astım ve alerjik enfeksiyonlar ile ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu hususlar dikkate alındığında kapalı ortamlarda hava kalitesinin bireylerin performansı ve sağlığı üzerindeki etkisi açıkça görülmektedir.

Öğrenciler ve öğretmenler özelinde düşünüldüğünde ise eğitim öğretim faaliyetlerinin yürütüldüğü sınıf ortamının fiziki koşulları içerisinde havalandırmanın büyük bir önem taşıdığı ifade edilebilir. Dersler süresince kalabalık sınıf mevcutları ile uzun süreli kapalı kalan sınıflarda hava kirliliği ve oksijen azlığı yaşanması sınıfların düzenli olarak havalandırılmasını gerektirmektedir. Zira oksijen azlığı yukarıda sayılanlara ek olarak öğrencilerde uykulu bir hale ve dikkatsizliğe yol açar (Hull, 1990).

Alanyazındaki ilgili çalışmalarda bu doğrultudadır. Örneğin; Al Şensoy ve Sağgöz (2015) Trabzon'daki ortaokulların öğrencilerin sınıflardaki mevcut fiziksel koşullarının kalitesi ile ilgili memnuniyet seviyesini araştırmışlardır. Bu araştırma sonucuna göre, öğrencilerin başarısının ve öğrenme durumlarının fiziksel olarak iyi bir sınıfta olması öğrencilerin hem memnuniyet düzeyinin hem de başarı durumunun önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varılmıştır. Sofuoğlu (2016) tarafından yapılan bir başka çalışmada ise okul iç hava kalitesinin sağlığa ve öğrencilerin başarı durumlarına etkisi ele alınmıştır. Buna göre iç hava kalitesinin kötü olmasından kaynaklı çıkan rahatsızlıklardan olan alerji, astım, genel ve alerji semptomları, diğer solunum yolu semptomları en sık rastlananlar olarak yer alırken, bu rahatsızlıkların öğrencinin okula devamda azalmaya ve okul başarısında düşüşe yol açabildiği belirtilmiştir.

Sonuç olarak, öğretim faaliyetlerinin başarılı bir şekilde yürütülmesi için sınıfların havalandırılması ve hava kalitesinin artırılması oldukça önemlidir. Ancak sınıfların havalandırılması için pencerelerin açılması cereyan ile öğrencilerin hasta olmasına sebebiyet verebildiği veya bir takım güvenlik sorunları doğurduğu için önerilmemektedir (Gürel, 2003; Akt. Karaçalı, 2006). Bu nedenle sınıflarda kullanılabilecek başka çözümlere ihtiyaç duyulmaktadır.

İlgili bu çalışmada gereklilikten yola çıkılarak prototip olarak maket şeklinde tasarlanmış bir sınıfın oksijen değerini dengede tutacak ve bu değeri dijital bir ekranda göstererek bu değerinde bir düşüş olma durumunda otomatik olarak tekrar fan çalışması ile

birlikte oksijen değerinin yeniden eski haline getirilmesi sağlandığından öğrencilere ferah ve uygun bir öğretim ortamı sunacak bir ortamın Arduinio kart ve çeşitli sensörler yardımı ile tasarlanması planlanmıştır.

İtalya’da 2005 yılında tasarlanmış olan Arduino; öğrenciler, amatörler ve uzmanlar olmak üzere tüm kullanıcıların anlayabileceği ve rahatça kullanabileceği bir şekilde oluşturulmuştur (Doğan, 2015). Arduino, elektronik devrelerin çalışma sürecini düzenleyen bir kontrolör olarak tasarlanmış bir açık kaynaklı elektronik kittir (Darmawan, Ratnadewi, Sartika, Pasaribu ve Arlando, 2017). Hem devre tasarımı hem de programlama gereksinimleri açısından esnek bir yapısı bulunmaktadır. Bu esnek yapı kullanıcı odaklı proje geliştirme işlemlerini hızlandırmakta ve kullanıcıların bir prototip oluşturmasını kolaylaştırmaktadır (Ocak ve Efe, 2018). Arduino, C programlama dilini temel alan Windows, Linux ve Macintosh için çok platformlu bir geliştirme ortamıdır (Junior ve diğerleri, 2013). Arduino kurulum kolaylığı, çok sayıda örnek ve birçok açık kaynak projesi sunması, birçok dilde programlanabilmesi, donanım, yazılım ve bakım maliyetinin düşük olması, bireyin bir prototipi hızlı bir şekilde oluşturması gibi özellikleri ile dikkat çekmektedir (Jamieson, 2011).

Özdemirci, Ersin ve Canal (2017) Arduino’nun zaman ve maliyet bakımından ekonomik olduğu, kısa sürede çok sayıda uygulama yapma imkânı tanıdığı, zamanı verimli kullanma fırsatı sağladığı, kullanımının kolay olduğu, portatif olduğu için taşıma ve saklama kolaylığı sağladığı ve öğrenilenleri kalıcı hale getirdiği şeklinde birçok avantajından bahsetmişlerdir. Zieris, Gerstberger ve Müller (2014) ise Arduino’nun öğrencilerin gerçek dünyadaki süreçleri gözlemlmelerine, kaydetmelerine ve çıkarımda bulunarak tasarımlar yapmalarına izin verdiğini belirtmişlerdir. Bu araştırmada da gerçek dünyadan bir çıkarımda bulunarak tasarım yapmak istenmiş, öğrenme sürecini ve dikkati etkileyen faktörlerden olan sınıf ikliminin daha iyi olabilmesi için ne yapılabileceği üzerinde bir problem durumu ortaya konularak problem çözülmüştür. Bu Arduinio uygulamasıyla eğitim alanında kullanımı ile son yıllarda dikkat çeken Arduinioyla kullanılabilirliği olan somut bir ürün ortaya konulması hedeflenmiştir. Bu gibi Arduinio projelerinin okullarda gerçekleştirilmesinin öğrenciler için daha ilgi çekici olacağı, dijital okuryazarlık becerilerini destekleyeceği, STEM’e yönelik olumlu tutumların ve öğrencilerin 21. yüzyıl becerilerinin gelişimine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Bu bağlamda bu araştırmadaki amaç, bir eğitim ortamındaki oksijen seviyesinin azalması durumunda otomatik olarak devreye girerek bunu önleyen Arduino ile tasarlanmış otomatik bir havalandırma sistemi ile öğrencilerin verimli bir şekilde ders işleyebilmelerini sağlamak olarak belirlenmiştir. Bu araştırmayla geliştirilen prototip sadece sınıf ortamları ile okul laboratuvarları değil, aynı zamanda ev ve ofisler başta olmak üzere bütün kapalı alanlarda uygulanabilir, maliyet açısından ucuz bir tasarım örneğidir.

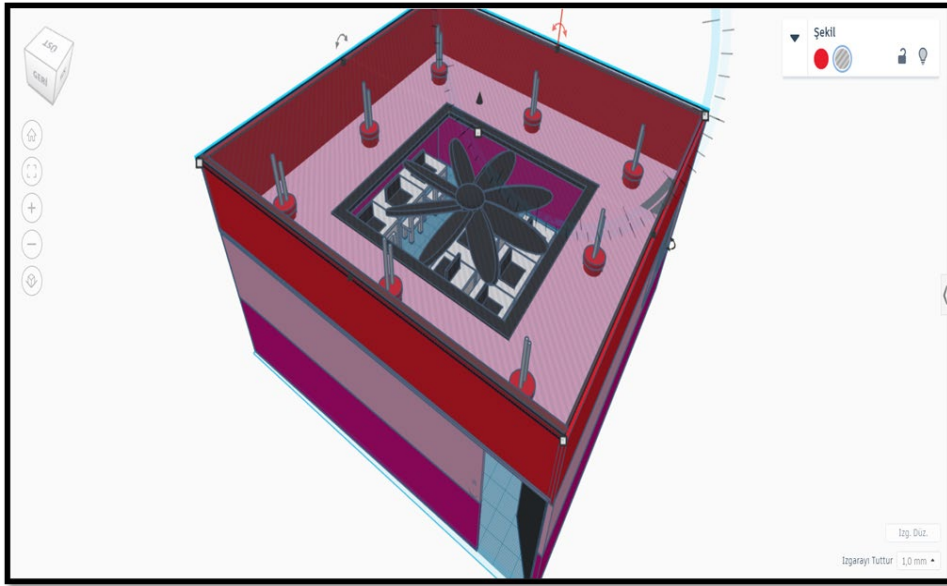
2.YÖNTEM

Araştırmada kullanılan temel malzeme Arduinio elektronik kartıdır. Bu araştırmada Arduino ile birlikte oksijen sensörü, LCD ekran, LED lamba, nem sensörü, potansiyometre ve havalandırma için mini fan kullanılmıştır. Öncelikle tasarımı yapılan kapalı ortam için olması gereken ideal oksijen oranı (%19,5-%23,5) belirlenmiş, bu aralıkların dışında öğrencilerin olumsuz etkilenebileceği varsayılmıştır. Sıcaklık olarak ise 17 C⁰’nin altında 23 C⁰’nin üstünde öğrenme niteliği düşebileceğinden ideal sınıf sıcaklığının 19-21,5 C⁰ aralığında olması kabul

edilmiştir. Belirlenmiş olan bu oksijen ve sıcaklık değer aralıkları çalışmaya yön vermiştir. Buna göre hazırlanan sistemde oksijen sensörü ile ortamın oksijen değeri ölçülmüş ve bu değer belirlenen yüzde değerinin altında ise havalandırma sistemi otomatik olarak çalışmıştır. Oksijen değerine ek olarak sınıfın sıcaklık ve nem değerlerinin ölçülmesi için de nem sensörü kullanılmıştır. Tüm bu değerlerin LCD bir ekranda gösterimi sağlanmıştır. Sınıfın ışıklandırma sistemi potansiyometre ile kontrol edilmektedir. Araştırmanın tasarım sürecinde MEB’de görevli iki öğretmen ile devlet üniversitesinde görevli iki akademisyenden gerçekleştirilen bu araştırmanın olumlu ve olumsuz yönlerine ilişkin fikirler alınmıştır.

Prototip Laboratuvar Ortamının Tasarımı

Geliştirilecek prototip sınıf ortamının 24 kişilik bir bilişim teknolojileri (BT) laboratuvarı olmasına karar verilmiş, gerçeğine uygun mimari çizimleri yapıldıktan sonra Tinkercad adı verilen bir program ile modelleme yapılmıştır. Şekil 1’de gerçekleştirilmesi planlanan prototip BT laboratuvarı ortamının üstten görünümü verilmiştir.



Şekil 1: Bilişim teknolojileri laboratuvar ortamının üstten görünümünün modellenmesi
Şekil 1’de BT laboratuvarını aydınlatmak ve havalandırmak için kullanılan fan ve LED ampullerin yerleri gösterilmektedir.

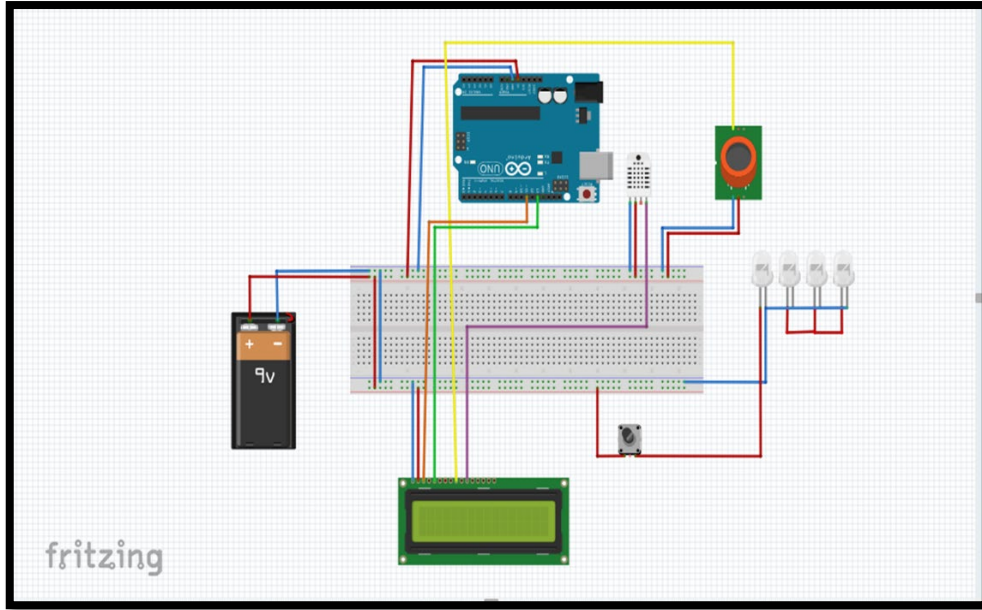


Şekil 2: Ortamın içten görünümünün modellenmesi



Şekil 3: BT laboratuvarının genel yerleşimi

Şekil 2’de ve Şekil 3’de BT laboratuvarında bulunan sensörlerin yerleşim yeri, bilgisayar masa ve sandalyelerin yerleşimleri gibi tüm eşyalar görselleştirilmiştir.

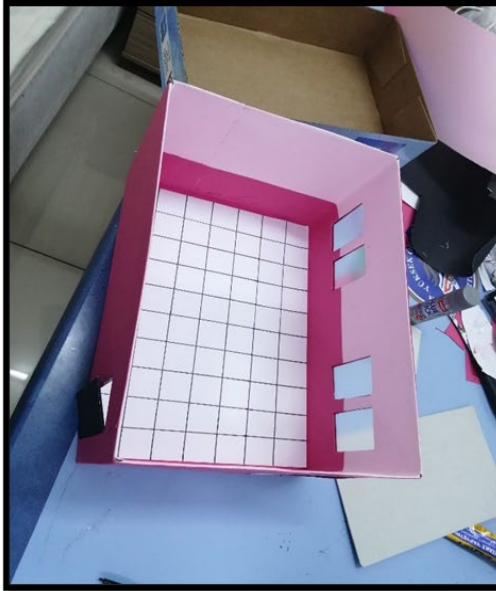


Şekil 4: Fritzing programı ile kullanılan malzeme bağlantılarının tasarımı

Şekil 4’de Arduino kartı, oksijen sensörü, LCD ekran, LED lamba, nem sensörü ve potansiyometrenin bağlantılarının nasıl olması gerektiğine ilişkin planlamanın denenmesi için Fritzing programından yararlanılmıştır. Bu sayede olası gerçekleşebilecek bir hata sonucunda kullanımı hassas olan bu malzemelerin zarar görmesinin önüne geçmek adına bir önlem alınmıştır.

Prototip Laboratuvar Ortamının Yapımı

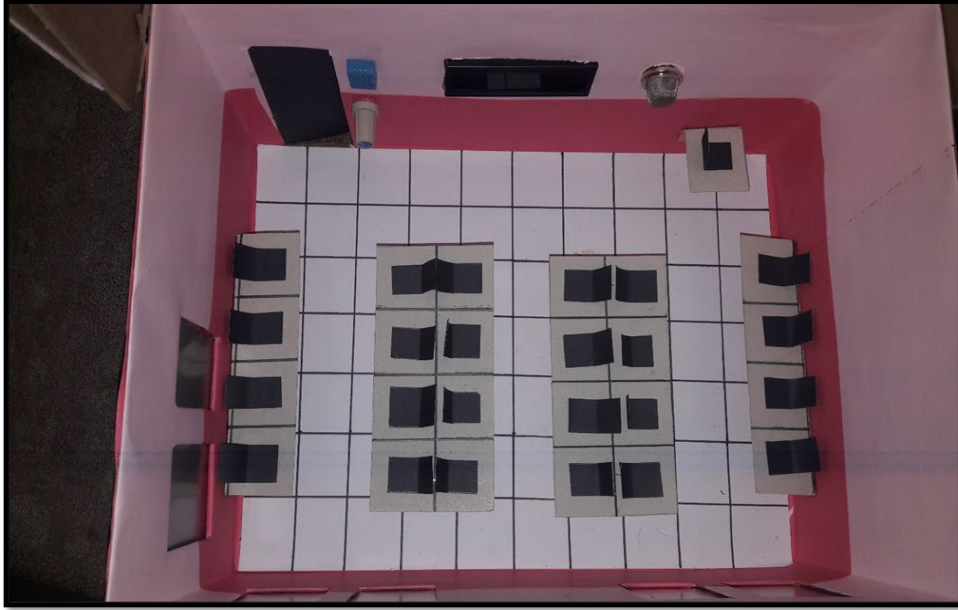
Bu aşamada tasarımı planlanmış olan BT laboratuvarının prototip maketinin yapılış aşamaları görselleştirilerek anlatılmıştır.



Şekil 5: BT laboratuvarının iç tasarımı

İlk olarak karton, renkli kağıtlar, yapıştırıcı ve Arduino seti gibi gerekli malzemeler temin edilmiştir. Bilişim teknolojileri laboratuvar duvarlarının modellenmesinde bir A4 kağıt kolisi kullanılmıştır. Kullanılan A4 kâğıt kolisinin üzeri tasarım için esinlenilmiş olan gerçek bir BT laboratuvarının duvar renginde gözükmesi için renkli kartonlarla kaplanmıştır. Sınıf içi

tabanına fayans görünümü, el becerisi yordamıyla katlanan kağıtlara bilgisayar masaları görünümü verilmiştir (Şekil 5 ve Şekil 6).



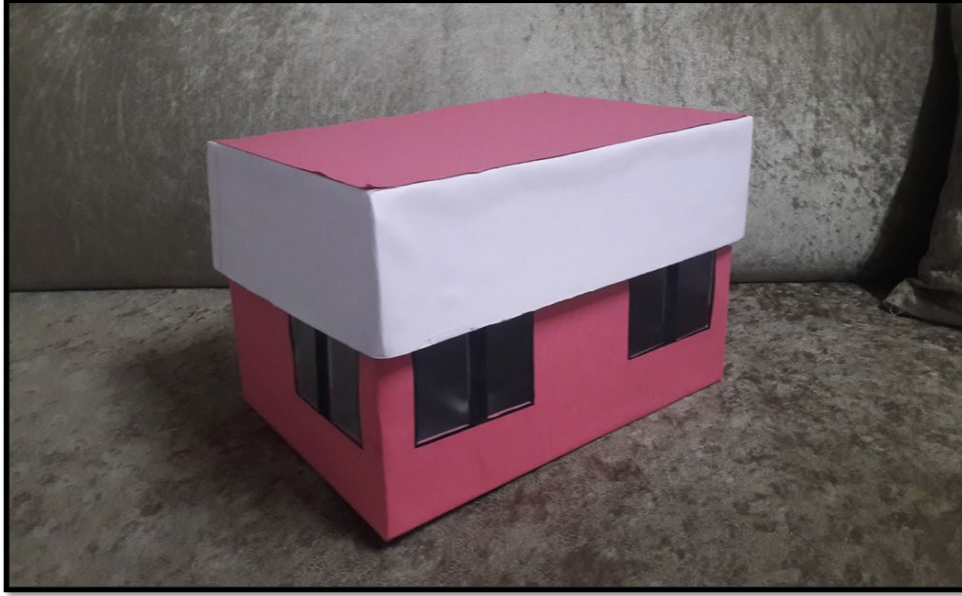
Şekil 6: BT laboratuvarının içinin üstten görünümü

Şekil 6’da oksijen sensörü, LCD ekran, nem sensörü ve potansiyometre gibi malzemeler ile birlikte sınıftaki bilgisayarların yerleşiminin üstten görüntüsü sunulmuştur.



Şekil 7:Tavana yerleştirilen mini fan, gizli elektronik malzeme ve kablo tesisatı

BT laboratuvarının içinde görüntü kirliliği yapmaması için mini fan için uygun bir delik açıldıktan sonra geriye kalan elektronik malzemeler ve kablo tesisatı tavan kısmına gizlenmiştir. Böylelikle estetik açıdan daha sade bir görünüm elde edilmiştir. BT laboratuvarının tavanına aydınlatma LED’leri yerleştirilmiş ve bu kısım kapatılmıştır (Şekil 7).



Şekil 8: BT laboratuvarının dıştan görünümü

Son olarak Şekil 8’de tasarımı tamamlanan BT laboratuvarının elektronik malzemelerin gizlendiği tavan kısmı kapatıldığında dıştan görünümü sunulmuştur.

4.SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu araştırmada geliştirilen otomatik sınıf havalandırma sistemi materyali sayesinde Arduino kullanımı konusunda bir farkındalık oluşturulmak istenmiştir. Ayrıca kullanıcılara daha farklı özgün tasarımlar ortaya çıkarması yönünde teşviklerin artırılması önerilmektedir. Böylece kullanıcıların gerçek dünyadaki süreçleri gözlemleyerek çıkarımda bulunmalarına ve tasarımlar yapmalarına olanak sağlanmış olacaktır (Zieris, Gerstberger ve Müller, 2014). Kodlama ve arduino eğitimleri ile ilgili lise öğrencilerinin görüşlerine başvuran Akkaş Baysal, Ocak ve Ocak (2020), bu eğitimler sırasında belirli problemleri çözmek için projeler geliştiren öğrencilerin bu süreçte olaylara eleştirel bir açıdan baktıklarını ifade etmişlerdir. Aynı zamanda öğrenciler bu süreçte problemlere kalıcı çözümler üretmek için mevcut durumları iyi analiz etmeleri gerektiğini belirtmişlerdir.

Sağlık açısından düşünüldüğünde Yalman ve Haşiloğlu’nun (2015) tasarımında Arduino kullanarak hasta bakımı, hastalıkların önlenmesi ve sağlık görevlilerinin hizmete yönelik görevlerinin aksamaması için sağlık izleme sistemlerine ek olarak hastanelerde eşzamanlı ilaç dağıtımı yapan hemşire/hemşir robot modeli geliştirmeleri bir örnek olarak sunulabilir. Kemis ve diğerleri (2012) ise araştırmalarında Arduino kullanarak nabız sensörü geliştirmişlerdir. Güllü (2016) kapalı ortamlardaki hava kalitesi üzerine yapılmış çalışmaların derlendiği araştırmasının sonucunda okulların iç ortam hava kalitesinin önemli ölçüde bozuk olduğunu bu durumun hem öğrencilerin hem de eğitimcilerin sağlık sorunları yaşamasına neden olabileceğini ifade etmiştir. Toplumun ve okul yöneticilerinin okullarda iç ortam hava kirliliği problemlerinin yaşanabildiğini anlamaları ve gerekli önlemlerin alınabilmesi için karar vericilerce yasal düzenlemelerin oluşturulması gerektiğini ifade etmiştir.

Öztürk, Aykaç ve Kaya (2013) gerçekleştirdikleri bina içi havalandırma sistemlerinin tasarımı adlı araştırmalarında sınıf içine yerleştirilecek bir CO₂ sensörünün belirlenen sınır değeri aşan bir ölçüm gerçekleştirmesi durumunda devreye girecek bir havalandırma

sisteminin ekonomik ve çevreci bir havalandırma sistemi olacağı fikrini ortaya atmışlardır. Sınıf içindeki havayı vakumlayıp dışarı atacak bir aspiratör sisteminden ziyade dışarıdan sınıf içine hava verecek bir vantilatör sisteminin kurulmasının daha iyi sonuç vereceğini önermişlerdir. Çünkü aspiratörün pencereden dışarı attığı havanın yerine koridordan hava gelmektedir. Koridor da bir kapalı ortamdır ve ayrıca koridorlarda yer alan tuvalet gibi ortamlardan sınıf içine kötü koku gelmesi de muhtemeldir. Bu nedenle dışarıdan sınıf içine hava verilmeli ve içerideki kirli havanın seyrelmesi sağlanmalıdır. Kurulacak havalandırma sistemi duvardan ziyade tavandan sınıf içine hava sağlamalıdır. Duvara monte edilen bir havalandırma sistemi genellikle estetik açıdan iyi görünmesi için küçük boyutlu olarak imal edilmektedir. Küçük boyutlu sistemlerin içeri hava veren ağız kısımları da küçük olduğundan içeride hava akım hızı yüksek olmakta, hızlı akan havanın dışarı by-pass etme olasılığı yüksek olmakta, hava sınıfın her yerine iyi dağılamamakta ve tozların çökmesi engellenmektedir. Klasik havalandırma sistemleri, enerji israfına ve kaynakların boşuna harcanmasına neden olabileceği için insan sayısının değişiklik gösterdiği sınıf, ofis, toplantı salonları gibi ortamlarda en az enerji harcanarak ısı konfor ve iç hava kalitesi, CO₂ ölçümüne göre çalışan ihtiyaca dayalı havalandırma sistemlerinin kullanılması önerilmektedir (Bulut, 2012).

Gerçekleştirilen bu araştırma tasarım fikri açısından Öztürk, Aykaç ve Kaya'nın (2013) ve Bulut'un (2012) düşüncelerine paralellik göstermektedir. Sınıf ortamı ve bilgisayar laboratuvarları gibi birçok öğrencinin aynı anda bir arada bulunduğu ortamlarda öğrencilerin ders dinlerken sınıfta oluşan oksijen eksikliğinin ve CO₂ artışının dikkat dağınıklığı ve huzursuzluk oluşturabilmesini önlemek amacıyla ortaya atılmıştır. Araştırma çerçevesinde geliştirilen prototip ortamın kabulü ve yaygınlaştırılması sayesinde temiz bir ortamda rahat nefes alabilmek adına kullanışlı havalandırma sistemlerinin tasarımına katkıda bulunmak istenmiştir.

Teşekkür: TÜBİTAK tarafından desteklenmiş olan bu araştırmanın materyal tasarımını Covid19 pandemisi sürecinde tamamlayabilmek için çalışmalarda bulunan mezun öğrencilerim Orhan ve Bahattin'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Akkaş Baysal, E., Ocak, G. & Ocak, İ. (2020). Kodlama ve arduino eğitimleri ile ilgili lise öğrencilerinin görüşleri. *Electronic Journal of Social Sciences*, 19(74), 777-796.

Al Şensoy, S. & Sağsöz, A. (2015). Öğrenci başarısının sınıfların fiziksel koşulları ile ilişkisi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(3), 87-104.

Ay, S. (2013). İlköğretim birinci kademe eğitim yapılarının biyoharmolojik uygunluk değerlerinin deneysel olarak değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi, Elazığ.

Bulut, H. (2012). *Havalandırma ve iç hava kalitesi açısından CO₂ miktarının analizi*. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 128, 61-70.

Bulut, H.(2011). *Havalandırma ve iç hava kalitesi açısından CO₂ miktarının analizi*. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, 13-16.

Darmawan, A., Ratnadewi, Sartika, E. M., Pasaribu, N. T. B., & Arlando, R. (2017). Basic Arduino programming training for high school students. *International Journal of Society Development and Engagement*, 1(1), 74-81.

Doğan, N. (2015). *Arduino hızlı başlangıç rehberi (2. baskı)*. İstanbul: Dikeyksen Yayıncılık.

Edwards, N. C. (2006). *School facilities and student achievement: student perspectives on the connection between the urban learning environment and student motivation and performance*. Doctorate Thesis, Philosophy Department of the Ohio State University, Ohio, America.

Güllü, G. (2016). İlköğretim okullarında iç ortam hava kalitesi ve sağlık etkileşimi. *Tesisat Mühendisliği*, 152, 31-42.

Hull, J. (1990). *Classroom skills, a teacher guide*. London: David Fulton Publishing.

Hunter, M. A. (2006). *Public school facilities: providing environments that sustain learning*. New York, NY: Teachers College Columbia University, National Access Network

Jamieson, P. (2011). *Arduino for teaching embedded systems. Are computer scientists and engineering educators missing the boat?*. International Conference on Frontiers in Education: Computer Science and Computer Engineering (FECS'11). Las Vegas.

Junior, L. A., Neto, O. T., Hernandez, M. F., Martins, P. S., Roger, L. L., & Guerra, F. A. (2013). A low-cost and simple Arduino-based educational robotics kit. *Cyber Journals: Multidisciplinary Journals in Science and Technology, Journal of Selected Areas in Robotics and Control (JSRC)*, 3(12), 1-7.

Karaçalı, A. (2006). Sınıf yönetimini etkileyen fiziksel değişkenlerin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 7(1), 145-155.

Kemis, H., Bruce, N., Ping, W., Antonio, T., Gook, L. B., & Lee, H. J. (2012). *Healthcare monitoring application in ubiquitous sensor network: Design and implementation based on pulse sensor with Arduino*. 6th International Conference on New Trends in Information Science, Service Science and Data Mining (ISSDM2012). Taipei, Taiwan.

Ocak, M. A. & Efe, A. A. (2018). *Arduino ile kodlama ve mikrodenetleyici uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Özdemirci, E., Ersin, Ç. & Canal, M. R. (2017). Arduino UNO uygulama setinin gerçekleştirilmesi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Özel Sayı 1*, 127-133.

Öztürk, B. & Düzovalı, G. (2011). Okullarda hava kirliliği ve sağlık etkileri. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi Bildiriler Kitabı.

Öztürk, B., Aykaç, H. & Kaya, S. (2013). *Bina içi havalandırma sistemlerinin tasarım ilkeleri*. 11. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi.

Sivri, N., Bağcıgil, A. F., Metiner, K., Çelik, B. & Sığırcı, B. D. (2017). *Ortak kullanım alanlarında hava kökenli kültür edilebilir bakteri konsantrasyonlarının değişimi*. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Sofuoğlu, S. C. (2016). *İç hava kirleticileri ve insan sağlığına etkisi*. *Tesisat Mühendisliği*, 153, 33-44.

Turan, D., Kocahakimoğlu, C., Kavcar, P. & Sofuoğlu, S. C. (2009). *İlköğretim okullarında bina-içi hava kalitesi ile ilgili sağlık semptomlarının yaygınlığı*. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir.

Vandier, B. (2011). *The impact of school facilities on the learning environment*. Doctorate Thesis, Capella University, America.

Yalman, S. & Haşiloğlu, A. (2015). *Hastanelerde eş-zamanlı ilaç dağıtımını yapan hemşire /hemşir robotun geliştirilmesi*. Tıp Teknolojileri Ulusal Kongresi TIPTEKNO15'te sunulmuş bildiri.

Zieris, H., Gerstberger, H. & Müller, W. (2014). *Using Arduino-based experiments to integrate computer science education and natural science*. KEYCIT 2014: Key Competencies in Informatics and ICT. Universität Potsdam.