





Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

e-Stüdyo için Aydınlatma Modeli ve Optimizasyonu

 Hamit ARMAĞAN^{a,*},  Tuncay YİĞİT^b

^a*Enformatik Bölümü, Rektörlük, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, TÜRKİYE*

^b*Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Süleyman Demirel, Isparta, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: hamitarmagan@sdu.edu.tr

DOI:10.29130/dubited.914998

ÖZ

Günümüzde uzaktan eğitim alanında akıllı sınıf, e-sınıf ve e-stüdyo gibi uzaktan eğitim ortamları online eğitim veren üniversitelerde ve kurumlarda ders alan öğrencilerin derse aktif katılımlarını ve öğretim elemanlarının interaktif dersler oluşturmalarını sağlamak amacıyla etkin bir şekilde kullanılmaktadır. Bunlardan “e-stüdyo” modeli eğitim teknolojilerinin bilişim ergonomisine uygun olarak kullanıldığı ses, görüntü, aydınlatma gibi temel parametreleri optimize edilmiş uzaktan eğitimin kolay ve interaktif bir şekilde yapılmasını sağlamak amacıyla tasarlanmış ve geliştirilmiş bir modeldir. Bu çalışmanın amacı online eğitimlerde e-stüdyo da çalışan donanımlar ve öğretim elemanı için en uygun aydınlatma seviyelerinin oluşturulmasıdır. Bunun için e-stüdyo da aydınlatma yönünden dikkat edilmesi gereken aydınlatma alanları ve seviyeleri belirlenmiştir. Bu alanlar kamera alanı, öğretim elemanı çalışma alanı ve interaktif tahtanın bulunduğu alandır. Bundan dolayı e-stüdyo da üç farklı aydınlatma seviyesi oluşturulmuştur. Aydınlatma seviyeleri belirlenirken e-stüdyo da yapılan ölçümler ve bu ölçümlerin modellenmesi ile elde edilen veri setleri kullanılmıştır. Veri setinin matematiksel modelinin oluşturulmasıyla e-stüdyo içerisinde aydınlatma şiddeti dağılımının detaylı olarak analizi yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: *Uzaktan eğitim, Optimizasyon, Matematiksel modelleme*

Lighting Model and Optimization for e-Studio

ABSTRACT

Today, in the field of distance education, distance education environments such as smart classrooms, e-classrooms and e-studios are used effectively in universities and institutions that provide online education to ensure the active participation of students who take courses in the course and instructors to create interactive courses. Among these, “e-studio” is a model designed and developed in order to provide easy and interactive distance education with optimized basic parameters such as sound, image and lighting, where educational technologies are used in accordance with informatics ergonomics. The aim of this study is to create the most suitable lighting levels for the equipment working in the e-studio and the instructor in online trainings. For this, the lighting areas and levels that should be considered in terms of lighting have been determined in the e-studio. These areas are the camera area, the teaching staff's work area and the interactive board. Therefore, three different lighting levels have been created in the e-studio. While determining the lighting levels, the measurements made in the e-studio and the data sets obtained by modeling these measurements have been used. By creating the mathematical model of the data set, the distribution of lighting intensity in the e-studio has been analyzed in detail.

Keywords: *Distance education, Optimization, Mathematical modeling*

I. GİRİŞ

Günümüzde eğitim ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte bu teknolojiler eğitim alanında yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle yükseköğretimde bu teknolojiler sayesinde uzaktan eğitim, karma eğitim gibi modeller hızla çoğalmaktadır. Uzaktan eğitim modeli yüz yüze eğitim modeline göre avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Uzaktan eğitimin yapıldığı ortamın yeterli düzeyde teknolojik donanıma sahip olması, ses akustiği, aydınlatma şiddeti gibi temel bileşenlerin uygun aralıkta olması öğrencilerin uzaktan eğitime bakış açısını olumlu etkilemektedir. Ayrıca web konferans yazılımlarının ve iletişim teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte uzaktan eğitim daha kolay ulaşılabilir bir eğitim modeli olmuştur.

Akıllı sınıf, e-sınıf gibi uzaktan eğitim ortamları, video konferans yada web konferans sistemlerine entegre edilebilen uzaktan eğitim yada yüz yüze eğitim derslerinin yapıldığı eğitim teknolojilerinin yoğun olarak kullanıldığı interaktif sınıflardır. e-Stüdyolar ise bireysel olarak uzaktan eğitim derslerinin sunulabileceği ortamlar olarak tasarlanmıştır. Genel olarak bu ortamlarda yapılan dersler ile uzaktan eğitimde aşağıda karşılaşılan problemler ortadan kaldırılmış ve uzaktan eğitimin başarısına katkı sağladığı görülmüştür.

- Online derslerde/ arşiv kayıtlarında ses kalitesinin düşük olması,
- Online derslerde/ arşiv kayıtlarında görüntü kalitesinin düşük olması,
- Uzaktan eğitim ortamlarında gerekli eğitim donanımlarının olmaması,
- Online derslerde yaşanan teknik aksaklıklar,
- Öğretim elemanının derse hazır bulunmuşluğu,
- Veri iletişiminin düşük olması,
- Arşiv kayıtlarında yaşanan aksaklıklar.

Akıllı sınıf, e-sınıf, e-stüdyo gibi uzaktan eğitim ortamları ile ilgili literatürde birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda eğitim teknolojisi, bilişim ergonomisi, bu eğitim ortamlarında öğrencilerin tutum ve davranışları hakkında araştırmalar yapılmıştır. Chen [1], kişinin biometrik özelliklerini kullanan akıllı sınıf modelinde öğretmenin tanınabildiği ve bu sayede sistemin daha kolay ve etkili olduğunu belirtmiştir. Winer [2], öğrenciler için akıllı sınıftaki çoklu sunum teknikleri ve ders kayıtlarına sonradan erişim sağlamalarını eğitim açısından bir fırsat olduğunu ifade etmiştir. Shi [3], uzaktan eğitim sisteminde kullanılan akıllı sınıfları, öğretmenler için insan-bilgisayar etkileşimini üst seviyeye çıkaracak sistem olarak tanımlamaktadır. Ren ve Xu [4], akıllı sınıfların, elektronik ortamlarla kullanıcıları bütünleştiren yeni bir eğitim ortamı olduğunu ifade etmiştir. Wang [5], akıllı sınıf ortamlarını yalnızca eğitim ortamlarında değil, her türlü toplantı ve uygulamaları için de kullanılabileceğini belirtmiştir. Carter ve Linder [6], akıllı sınıflar ve işbirlikçi öğrenme arasında ilişki olduğunu vurgulamışlardır. Tiburcio ve Finch [7], akıllı sınıfların öğrencilerin etkileşimli davranışlarını olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir. Yau [8], akıllı sınıfın üniversite öğrencileri arasında işbirliğine dayalı öğrenmeyi kolaylaştırdığını ifade etmiştir. Bautista ve Borges [9], akıllı bir sınıfın kullanıcıların ihtiyaçlarına göre uyarlanmış, rahat, kişiselleştirilmiş, güvenli ve teknolojik olması gerektiğini belirtmişlerdir. Ren ve Xu [10], akıllı sınıfta öğretmenin hareketlerini algılayan hareket tanıma sisteminin etkileşim üzerine olumlu katkıları belirtmişlerdir. Yıldız [11], televizyon stüdyolarında iç mekan düzeni, akustik, aydınlatma, estetik gereksinimler, teknik gereksinimler, iklimlendirme, vb. faktörler olarak bir araya gelen disiplinlerin bütünlük ve uyum içinde olması gerektiğini belirtmiştir. Şahin [12], iç mekanda kullanılan duvar rengine göre kullanılan aydınlatma türünün aydınlık düzeyi dağılımında etkili olduğu ifade edilmiştir.

Bu çalışmada, öğrencilere verilen senkron ve asenkron eğitim esnasında; sesli ve görüntülü iletişimin daha kaliteli ve etkin bir şekilde öğrencilere aktarılması için “e-stüdyo” modeli önerilmiştir. Önerilen e-stüdyo modelinde aydınlatma yönünden dikkat edilmesi gereken aydınlatma seviyeleri belirlenmiştir. Bu seviyeler; kamera için gerekli olan ışık seviyesi, öğretim elemanı çalışma alanı için gerekli olan ışık seviyesi ve interaktif tahta için gerekli olan ışık seviyesidir. Bu yüzden e-stüdyo modelinde 3 farklı ışık seviyesi oluşturulmuştur. Bu ışık seviyeleri belirlenirken e-stüdyo içinde ders

esnasında elde edilen ışık seviyeleri verileri kullanılmıştır. Yapılan aydınlatma modeli optimizasyonu için simülasyon verileri üzerinden matematiksel model elde edilmiştir. Elde edilen matematiksel model kullanılarak e-stüdyo içerisindeki aydınlatma düzeyinin en uygun seviyesinin çözümü için sayısal analizi gerçekleştirilmiştir.

II. MATERYAL VE METOT

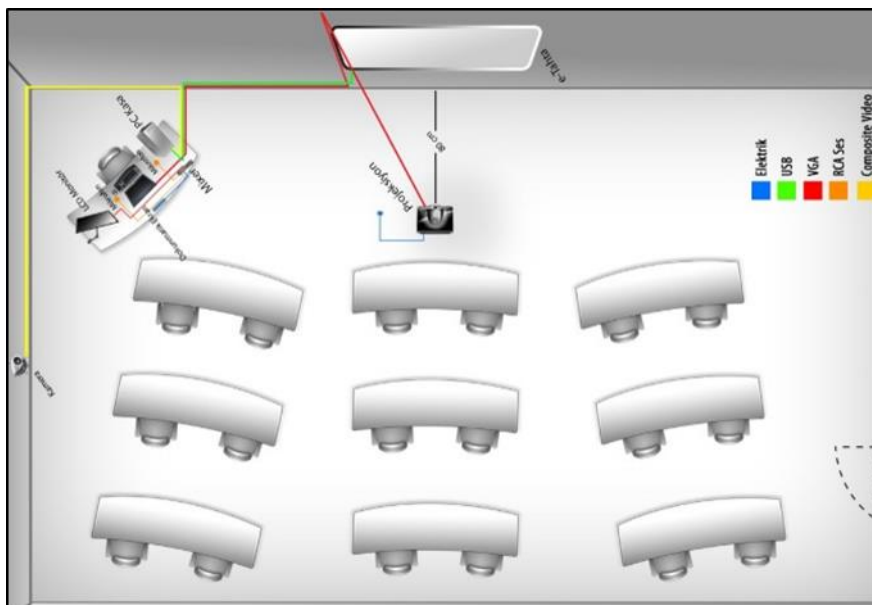
A. MATERYAL

A. 1. Akıllı Sınıf ve e-Sınıf Modeli

Akıllı sınıf ve e-Sınıf, video konferans ve web konferans sistemleri için tasarlanmış ve geliştirilmiş ortamlardır. Web konferans ya da video konferans gibi çeşitli iletişim ortamları üzerinden iki veya çok yönlü ve gerçek zamanlı görüntü, ses ve veri iletiminin yüksek bir performansla yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Akıllı sınıf ve e-sınıf, hem web konferans hem de video konferans sistemleri üzerinden çalışmak üzere tasarlanmışlardır. Video konferans sistemlerinin donanıma bağlı olarak çalışması, web üzerinden yayınlanması ve kayıt işlemleri için ayrıca sunuculara ihtiyaç duyması, bağlantı nokta sayısının sınırlı olması gibi nedenlerden dolayı bu sistemler yerini web konferans sistemlerine bırakmışlardır. Web konferans uygulamaları sanal sınıf uygulamaları üzerinden gerçekleştirildiği için kayıt işlemleri, web üzerinden yayın işlemleri vb. işlemler aynı sunucu üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu sayede esneklik, kullanılabilirlik ve maliyet açısından avantajlara sahiptir. Buda, uzaktan eğitimin etkin bir şekilde verilebilmesi için akıllı sınıf ve e-sınıf modellerinin gelişimi açısından oldukça etkili olduğu görülmüştür.

Şekil 1'de akıllı sınıf ve e-sınıf modeli için mimari görsel sunulmuştur. Akıllı sınıf ve e-sınıf ortamlarında video konferans sistemi, interaktif ekran, interaktif akıllı tahta, ses ve görüntü sistemi donanımları yer almaktadır. Genel olarak akıllı sınıf ve e-sınıf modelinin örgün eğitim ve uzaktan eğitimde kullanım alanları aşağıda verilmiştir.

- Örgün derslerin kayıt altına almak ve asenkron olarak sunmak,
- Kullanıcıların mekandan bağımsız toplantılar yapabilmesini sağlamak,
- Öğrenci sayısının fazla olduğu sınıf ortamlarında web üzerinden derslere katılımı sağlamak,
- Ders, seminer, toplantı vb. etkinlikleri düzenlemek,

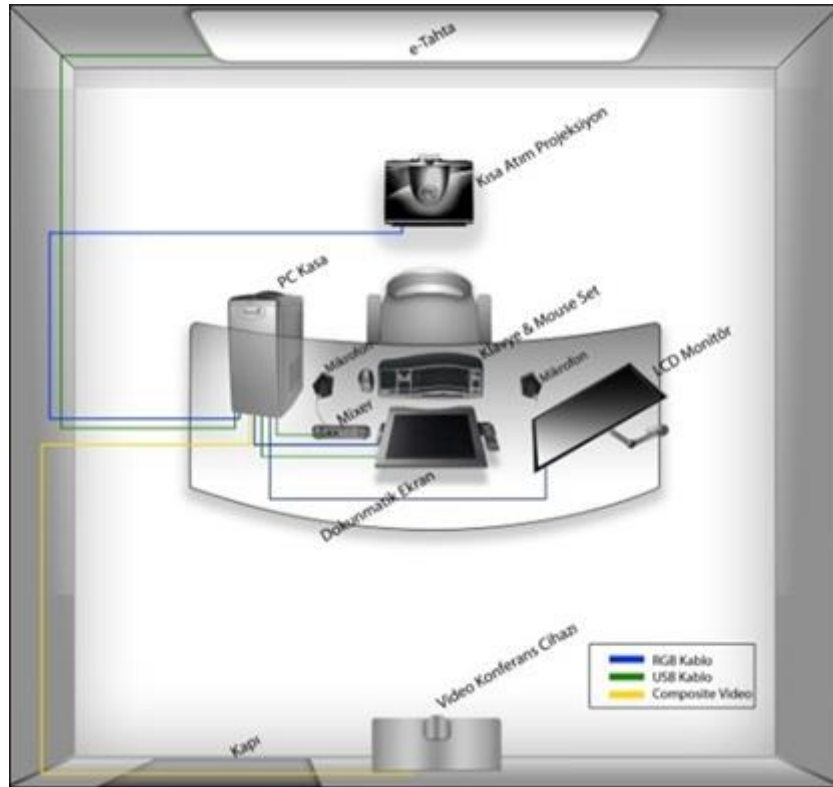


Şekil 1. Akıllı sınıf ve e-Sınıf modeli için mimari görünüm

A. 2. e-Stüdyo Modeli

“e-Stüdyo” uzaktan eğitim alanında online (senkron) eğitim veren üniversitelerde/kurumlarda ders alan öğrencilerin derse aktif katılımlarını ve öğretim elemanlarının ilgi çeken dersler oluşturmalarını sağlayan ortamlardır. Önerilen e-stüdyo modeli, öğretim elemanlarına kolay ve kullanıcı dostu eğitim ortamları sunmak için bilişim ergonomisine uygun olarak geliştirilmiştir(Türk Patent Enstitüsü, Tasarım Tescil Numarası: 201100256).

Şekil2’de e-Stüdyo mimari modeli görselleri verilmiştir. Önerilen e-stüdyo modelinde kullanılan donanımlar interaktif ekran, interaktif akıllı tahta, kısa atım projeksiyon, ses mikseri, mikrofon ve ptz kamera şeklindedir. e-stüdyoda ders veren öğretim elemanı ister oturarak isterse ayakta dersi işleyebilmektedir. E-stüdyoda iki ekran kullanılmaktadır. Bunlardan bir tanesi interaktif ekran olup ders içeriği paylaşımı yapılmaktadır. Diğer ekranda ise öğretim elemanı ve öğrencilerin canlı paylaşımlarının yapıldığı ekrandır. e-stüdyo içerisinde kullanılan boundary mikrofonların 360 derece ses alabilme özelliği sayesinde öğretim elemanı e-stüdyo içerisinde herhangi bir noktadan ses kaybı olmadan dersini sunabilmektedir. e-stüdyo tasarımında kullanılan endirekt aydınlatma sayesinde öğretim elemanını rahatsız etmeyecek şekilde ortam aydınlatılması yapılmıştır. İnteraktif ekran ve interaktif akıllı tahtanın senkron bağlantısı sayesinde öğretim elemanı bu donanımları aynı anda kullanabilmektedir. Bu donanımlar sayesinde bilgisayar ortamındaki her türlü belge ve görüntü üzerinde yazma ve çizme işlemleri kolayca yapılabilmektedir. Bu sayede dersler interaktif şekilde işlenebilmektedir. Kullanılan senkron eğitim platformu yazılımları ile öğrencilerin bu dersleri sesli ve görüntülü olarak izlemeleri sağlanabilmektedir. Bu özelliklere ek olarak senkron eğitim platformu yazılımları sayesinde dersler video formatında kayıt edilmekte ve arşivlenmektedir.



Şekil 2. e-Stüdyo mimari modeli

Önerilen e-stüdyo modelinde etkin uzaktan eğitim faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için ses, görüntü ve veri paylaşımlarının başarılı bir şekilde sağlanması gerekir. Tablo 1’de parametrelere bağlı olarak senkron eğitim platformunda (Adobe Connect Pro) kullanılan bant genişliği(kbps) bilgileri verilmiştir

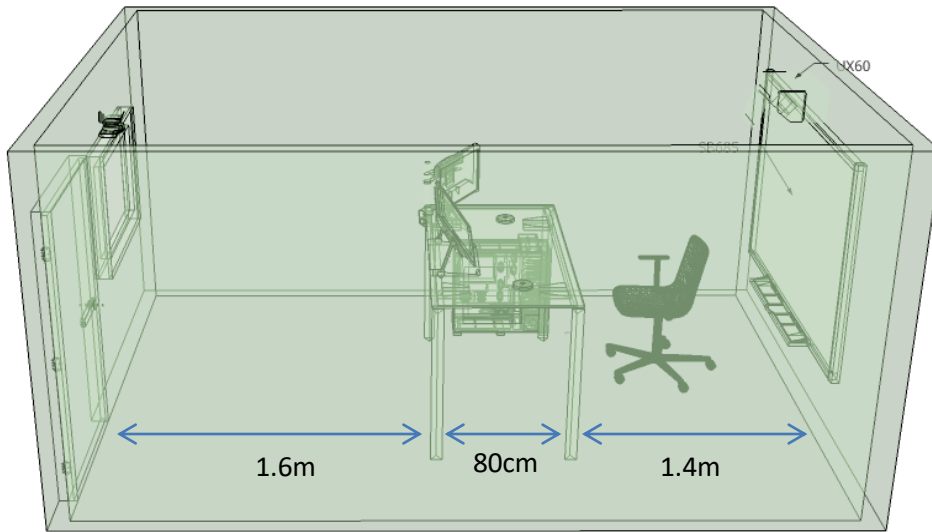
[13]. Video kalitesi seçeneğine bağlı olarak senkron eğitim platformunun web-cam için kullandığı bant genişlikleri 200-600 kbps arasında değişmektedir.

Tablo 1. Web-Cam video kalitesi seçenekleri (Adobe Connect Pro)

Web-Cam Video	Kare Hızı	Çözünürlük (Standart 4:3)	Çözünürlük (Geniş Ekran 16:9)	Kalite	Bant Genişliği (kbps)
Düşük	4	160×120	214×120	70	200
Orta	4	320×240	427×240	70	300
Standart	8	320×240	427×240	70	300
Yüksek	20	640×480	854×480	90	600

A. 3. Veri Seti

e-stüdyo ortamında online ders esnasında aydınlatma şiddeti veri seti elde edilirken dikkat edilmesi gereken parametreler, kamera için gerekli olan ışık şiddeti, öğretim elemanı çalışma alanındaki ışık şiddeti ve interaktif tahta üzerindeki ışık şiddeti olarak tanımlanmıştır[14-17].Şekil 3’de e-stüdyo aydınlatma alanları gösterilmiştir. e-stüdyo ortamında online ders esnasında aydınlatma şiddeti verilerinin belirlenmesi için kamera alanı, öğretim elemanı çalışma alanı ve interaktif tahta alanı mesafeleri deneme yanılma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir ve bu noktadaki aydınlatma şiddeti değerleri Tablo2’de gösterilmiştir.



Şekil 3. E-stüdyo aydınlatma alanları

Tablo 2. e-Stüdyo aydınlatma alanları ve aydınlatma düzeyleri

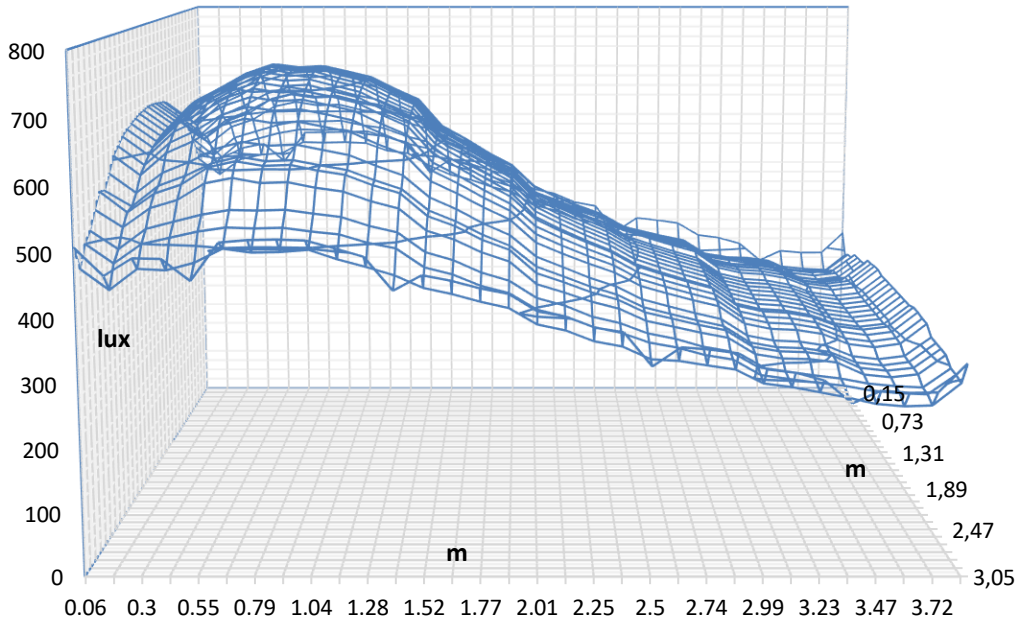
Aydınlatma alanı	Mesafe (cm)	Referans Değer (lux)
Kamera için gerekli olan ışık	160	600lux
Öğretim elemanı masasının yeterli aydınlatılması	80	460lux
E-tahta üzerindeki projeksiyon ışığının kesilmemesi	140	320lux

Önerilen e-stüdyo aydınlatma modeli ile öğretim elemanının görüntüsünün daha kaliteli olarak öğrencilerimize gönderilmesi ve öğretim elemanı için de gerekli aydınlık düzeyi sağlanmıştır. Bu aydınlatma seviyeleri belirlenirken de e-stüdyoda online olarak yapılan derslerden elde edilen veriler, deneysel ve simülasyon verileri kullanılmıştır. Simülasyon verilerini elde etmek için Dialux programı

kullanılmıştır. Elde edilen deneysel sonuçların modellenmesi içinde MATLAB programı kullanılmıştır. e-stüdyo modeli aydınlatma alanı için DiaLux programında Tablo3'deki parametreler kullanılarak etkin aydınlatma alanı veri seti elde edilmiştir. e-stüdyo h=85cm için (x,y) koordinatlarındaki aydınlatma seviyesi verileri(lux) kullanılarak elde edilen veri seti Şekil4'de grafiksel olarak verilmiştir.

Tablo 3. e-Stüdyo aydınlatma alanı DiaLux parametreleri

Oda geometrisi	Uzunluk	390cm
	Genişlik	310cm
	Yükseklik	250cm
Yansım Derecesi	Tavan	%88
	Duvarlar	%78
	Zemin	%64
Işık Akısı	670lm	
Bakım katsayısı	0.80	
Ölçüm Düzlemi Yüksekliği	85cm	



Şekil 4. e-Stüdyo h=85cm için (x,y) koordinatlarındaki aydınlatma seviyesi verileri(lux)

B. METOT

B. 1. Matematiksel Model

Günlük hayatta birçok sistemin matematiksel modeli birden çok bağımsız değişken içerir. Örneğin bir otomobilin yakıt tüketimi motor hacmi, ortam sıcaklığı, motor sıcaklığı, taşınan yük miktarı, oluşan sürtünme miktarı gibi değişkenlere bağlıdır. Sonuç olarak bağımlı değişken, bağımsız değişkenlerin lineer birleşimi olarak ifade edilebilir ve katsayıları da regresyon analizi ile belirlenebilir. Burada verilerin bir bütün olarak değil parçalara ayrılarak regresyon işlemine tabi tutulacaktır. Bu sayede doğruluk oranının daha yüksek olması hedeflenmektedir. Bu tip lineer denklem sistem çözümleri için farklı yöntemler bulunmaktadır. Regresyon fonksiyonunu oluşturmak için Denklem 1'de verilen form kullanılmıştır. Bu form iki değişkenli polinomların en genel ve geniş formudur.

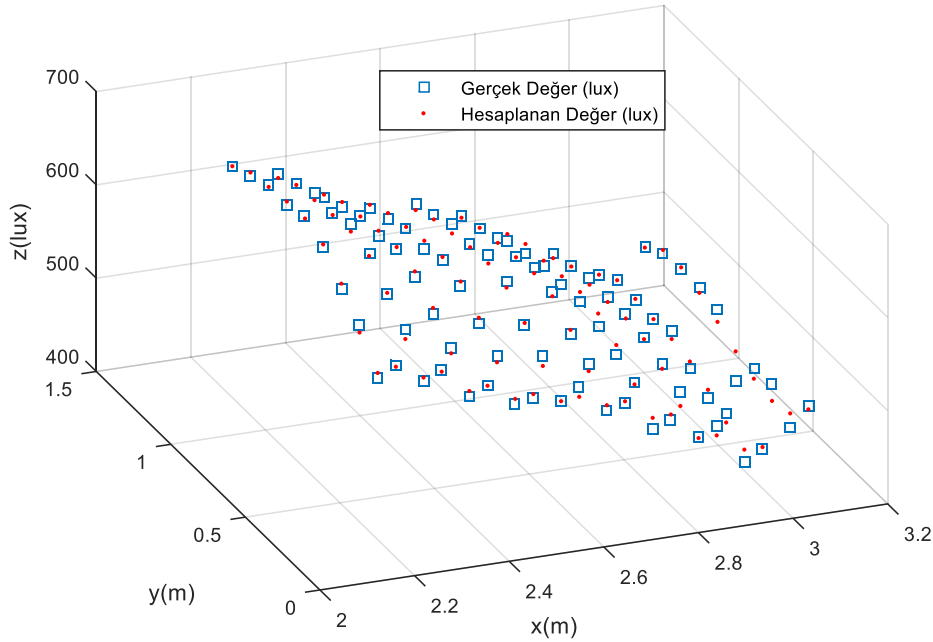
$$f(x,y) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij} x^i y^j \quad (1)$$

İstenen x ve y kuvvetleri için, Denklem 1’de verilen f(x,y) polinom fonksiyonu kullanılmaktadır. Bu polinom fonksiyonunda, x ve y değişkenleri e-stüdyoda oda geometrisindeki (x,y) koordinatlarını, n ve m değerleri sırasıyla x’in ve y’nin alabileceği maksimum kuvvetleri, a_{ij} değeri terimlerin katsayılarını ifade etmektedir.

Bu fonksiyonda Dialux uygulamasında elde edilen x,y ve z değerleri bu fonksiyonda yerine konular ve lineer denklem sistemi elde edilir. Bu denklem sistemi çözülerek polinom fonksiyonunun katsayıları elde edilmiş olur. Böylece yaklaşım modeli yani polinom fonksiyonu elde edilmiş olur. Denklem 2’de n=5 ve m=5 değerleri için elde edilen f(x,y) fonksiyonu verilmiştir.

$$\begin{aligned} f(x,y) = & 51603x^5y^5 - 175824x^5y^4 + 215596x^5y^3 - 108097x^5y^2 + 15940x^5y \\ & + 7417x^5 - 624874x^4y^5 + 2144123x^4y^4 - 2651107x^4y^3 \\ & + 1340499x^4y^2 - 198019x^4y - 95254x^4 + 3008818x^3y^5 \\ & - 10407953x^3y^4 + 12989526x^3y^3 - 6628939x^3y^2 \\ & + 981190x^3y + 487610x^3 - 7200883x^2y^5 + 25139986x^2y^4 \\ & - 31702833x^2y^3 + 16341969x^2y^2 - 2424318x^2y - 1243672x^2 \\ & + 8566376xy^5 - 30222192xy^4 + 38551202xy^3 - 20088342xy^2 \\ & + 2987594xy + 1580329x - 4055047y^5 + 14476324y^4 \\ & - 18700149y^3 + 9858553y^2 - 1470657y - 799601 \end{aligned} \quad (2)$$

Grafikte x ve y eksenleri e-stüdyo ortamını geometrik olarak ifade etmektedir. Ayrıca başlangıçta verilen aydınlatma değerleri ve regresyon fonksiyonundan elde edilen aydınlatma değerleri e-stüdyo ortamında yaklaşık 85cm yükseklik seviyesindeki aydınlatma değerleridir. Denklem 2’de verilen modele göre n=5 ve m=5 değerleri için, x=[2.18,3.05] aralığı ve y=[0.06,1.16] aralığı için üretilen polinom fonksiyonuna ait çizimler yapılmıştır. Verilen aralık için hesaplan değerler ve gerçek değerlerin karşılaştırma grafiği Şekil 5’de verilmiştir.



Şekil 5. e-stüdyo h=85cm için (x,y) koordinatlarındaki gerçek değer ve hesaplanan değerler için aydınlatma seviyesi verileri(lux)

III. ARASTIRMA BULGULARI

MATLAB ortamında yaptığımız hesaplamalarda Denklem2’de verilen polinom fonksiyonunda x’in ve y’nin farklı kuvvetleri için yapılan hesaplamalarda regresyon fonksiyonu hata ve yaklaşım değerleri[18] Tablo 4’de verilmiştir.

Geliştirilen model üzerinde yapılan hesaplamalarda en yaklaşık sonucun x’ in 20. kuvveti ve y’nin 20. kuvveti için üretilen polinom fonksiyonunda elde edilmiştir. Yapılan hata hesaplamalarında gerçek değer ile üretilen polinom fonksiyonunda elde edilen değerler arasındaki farkın maksimumu alındığında 5.25lux olarak bulunmuştur. Bu noktada verilen gerçek değer 559.5573lux iken regresyon fonksiyonundan elde edilen değer ise 564.8053lux olarak hesaplanmıştır. Hata payı 5.25lux olarak bulunmuştur. MAE(Mean Absolute Error) ortalama mutlak hata değeri 0.7674 olarak bulunmuştur. RMSE(Root Mean Square Error) değeri 1.1394 olarak bulunmuştur. R² değeri de 0.9996 olarak bulunmuştur, bu değer modelin verilere uygunluğunu göstermektedir. Çünkü R² değeri 0 ile 1 arasında değer alır sonuç 1’e ne kadar yakınsa modelin verilere o kadar uyduğunu gösterir. Ayrıca Tablo4’de R² , MAE, MAPE, RMSE değerleri karşılaştırmalı olarak verilmiştir.

Tablo 4’de verilen değerler incelendiğinde matematik modelde yer alan bağımsız değişkenler x ve y nin kuvveti artırıldığında modelin verilere uygunluğu da (R²) artmaktadır fakat x ve y nin kuvveti belirli noktadan sonra modelin verilere uygunluğunu (R²) azaltmaktadır. Tablo 4’de x ve y nin 30. kuvvetleri alındığında R² değeri 0.9259 noktasına gerilemiştir. Geliştirilen modelde x’in ve y’nin 5. kuvveti alınarak polinom fonksiyonu üretildiğinde terim sayısı 36 olmaktadır. Modelde x’in ve y’nin 20. kuvveti alınarak polinom fonksiyonu üretildiğinde terim sayısı 441 olmaktadır.

Tablo 4.Regresyon fonksiyonu hata ve yaklaşım değerleri

İnterpolasyon Fonksiyonu	x kuvveti (n)	y kuvveti (m)	R²	MAE	MAPE	RMSE
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	2	2	0.9236	12.9911	2.4050	16.6378
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	3	3	0.9450	11.5593	2.1237	14.1224
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	4	4	0.9734	7.8913	1.4423	9.8225
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	5	5	0.9850	5.7165	1.0579	7.3673
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	6	6	0.9887	4.9548	0.9263	6.3855
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	7	7	0.9939	3.7719	0.6822	4.6965
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	8	8	0.9980	1.2902	0.2445	2.6958

Tablo 4 (devam). Regresyon fonksiyonu hata ve yaklaşım değerleri

$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	9	9	0.9979	1.0825	0.1992	2.7792
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	20	20	0.9996	0.7674	0.1337	1.1394
$f(x,y)=\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m a_{ij}x^i y^j$	30	30	0.9259	12.7077	2.1512	16.3845

IV. SONUÇ

Önerdiğimiz e-stüdyo modeli için aydınlatma alanı analizi ile hem öğrenciler hem de öğretim elemanları için bilişim ergonomisine uygun eğitim ortamları oluşturulmuştur. e-stüdyo içerisinde yaptığımız bu iyileştirmeler görüntü kalitesinin en uygun aralıkta olmasını sağlamıştır. Aydınlatma seviyesinin uygun aralıklara getirilmesi ile ortamda çalışan donanımların da performansının artması sağlanmıştır. Kameranın renk derinliğinin artması yani görüntüdeki renklerin gerçeğe yaklaşması, interaktif tahta üzerindeki projeksiyon ışığının ortam aydınlatma seviyesi ile azaltılmaması sonucunda interaktif tahta üzerindeki renk kontrastının korunması, ortamda yansıma, parlama, titreşim seviyeleri kontrol edilerek öğretim elemanının göz sağlığının korunması, konsantrasyon ve verimliliğin artırılması sağlanmıştır. Bununla da yaptığımız online derslerin yada oluşturduğumuz arşiv kayıtlarının kalitesinin artırılması sağlanmıştır. Aydınlatma şiddetinin(lux)değişimi senkron eğitim platformlarında web-cam video yayını için kullanılan internet bant genişliklerinde (kbps) anlık olarak değişime neden olsa da, kısa sürede ortalama referans değerlere döndüğü gözlemlenmiştir. Böylece öğretim elemanlarının ders için e-stüdyoları kullanması ders anında ve yayınında karşılaşılabilecekleri problemleri en aza indirgemiş aynı zamanda yayının kalitesini de artırmıştır.

V. KAYNAKLAR

- [1] E. Chen, Y. Shi, G. Xu, W. Xie, Z. Shen, Y. Che and Y. Mao, "The challenges and solutions in turning HCI from desktop to smart spaces." *Proceedings of the APCHI*, 2002.
- [2] L. R. Winer and J. Cooperstock, "The 'Intelligent Classroom': Changing teaching and learning with an evolving technological environment," *Computers & Education*, vol. 38, no. 1-3, pp. 253-266, 2002.
- [3] Y. Shi, W. Xie and G. Xu, "Smart Remote Classroom: Creating a Revolutionary Real-Time Interactive Distance Learning System" in *Advances in Web-Based Learning. ICWL 2002. Lecture Notes in Computer Science*, J. Fong, C.T. Cheung, H.V. Leong, Q. Li Q, Eds. Berlin : Springer, 2002, pp. 130-141.
- [4] H. Ren and G. Xu, "Human action recognition in smart classroom," *Proceedings of Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition*, 2002, pp. 417-422.
- [5] Z. Wang, "Smart spaces: creating new instructional space with smart classroom technology," *New Library World*, vol. 109, no. 3/4, pp. 150-165, 2008.

- [6] B. Carter and T. Linder, "Collaborative Learning Environments: Developing SMART Classrooms in Theory and in Practice," *Advances in Educational Administration*, vol. 8, pp. 201-211, 2006.
- [7] T. Tibúrcio and E. Finch, "The impact of an intelligent classroom on pupils' interactive behaviour," *Facilities*, vol. 23, no. 5/6, pp. 262-278, 2005.
- [8] S. Y. Stephen, S. K. S. F Karim, S. I. Ahmed, Y. Wang and B. Wang, "Smart classroom: Enhancing collaborative learning using pervasive computing technology", In ASEE Annual Conference Proceedings, 2003, pp. 13633-13642
- [9] G. Bautista and F. Borges, "Smart Classrooms: Innovation in formal learning spaces to transform learning experiences," *Bulletin of the IEEE Technical Committee on Learning Technology*, vol. 15, no. 3, pp. 18-21, 2013.
- [10] H. Ren and G. Xu, "Human action recognition in smart classroom," Proceedings of Fifth IEEE International Conference on Automatic Face Gesture Recognition, 2002, pp. 399 – 404.
- [11] P. Yıldız, "Televizyon stüdyolarında aydınlatma," *Engineering Sciences*, c. 2, s. 2, ss.112-126, 2007.
- [12] M. Şahin, F. Büyüktümtürk ve Y. Oğuz, "Karma ve yarı endirekt aydınlatma türlerinin teknik ve ekonomik yönden karşılaştırılması," *Bahkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, c.16, s. 2, ss. 26-38, 2014.
- [13] F. DeRienzo. (2021, April 07). *Estimating bandwidth consumption in connect meetings* [Online]. Available: <https://blogs.connectusers.com/connectsupport/estimating-bandwidth-consumption/>
- [14] İ. S. Üncü, "Aydınlatma eğitiminde ışık şiddet eğrilerini üç boyutlu hacimler haline getirmenin önemi," *VII. International Educational Technology Conference*, Lefkoşe, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti, 2007, ss. 352-356.
- [15] İ. S. Üncü, "Mühendislik ve mimarlıkta aydınlatma uygulamaları," *Süleyman Demirel Üniversitesi, 15. Yıl Mühendislik Mimarlık Sempozyumu*, Isparta, Türkiye, 2007, ss. 106-113.
- [16] İ. S. Üncü ve C. Yılmaz, "Aydınlatma eğitiminde armatürleri matematiksel modellemenin önemi," 6. Ulusal Aydınlatma Kongresi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye, ss. 77-83, 2006.
- [17] İ.S. Üncü, A. Arisoy ve B. Büyükarıkan, "Stable light level detection in the light pools using neural network algorithms," *Acta Physica Polonica A*, vol. 128, no. 2B, pp. 471-473, 2015.
- [18] MathWorks Inc. (2021, April 10). *Evaluating goodness of fit*. [Online]. Available: https://www.mathworks.com/help/curvefit/evaluating-goodness-of-fit.html#bq_5kwr-3