



Kahramanmaraş Sütçü İmam University

Journal of Engineering Sciences



Geliş Tarihi :13.11.2024
Kabul Tarihi :23.12.2024

Received Date :13.11.2024
Accepted Date : 23.12.2024

BARİT KATKILI BETONLARDA RADYASYON GEÇİRGENLİĞİNİN REGREASYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

MODELING OF RADIATION PERMEABILITY IN BARITE ADDITIVE CONCRETES USING REGRESSION ANALYSIS

Aytaç DİNÇER¹ (ORCID: 0009-0009-4767-4794)

¹ Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kahramanmaraş, Türkiye

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Aytaç DİNÇER, aytacdincer@hotmail.com

ÖZET

Bu çalışmada, beton numunelerin içeriğindeki barit oranı, sıcaklık, basınç dayanımı, kuru birim ağırlık, doymun birim ağırlık parametrelerinin radyasyon geçirgenliği ile arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla regrasyon analizi yapılmıştır. Regrasyon analizi, deney sonuçlarından elde edilen farklı parametrelerdeki verilerden en uygun modeli üretebilmek için çeşitli matematiksel fonksiyonlara olanak tanır. Çalışmada, parametreler arasında en uygun korelasyonu sağlayan denklem, regresyon analiziyle elde edilmiştir. Ayrıca, oluşturulan modelin istatistiksel güvenilirliği ve geçerliliği yazılımın sağladığı R^2 (Coefficient of Multiple Determination) değeri ve diğer istatistiksel parametreler kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu sayede, beton numunelerindeki parametrelerin radyasyon geçirgenliği üzerindeki etkileri, matematiksel olarak doğrulanmış bir modelle öngörülebilir hale getirilmiştir. Çalışmada 6 farklı durum için 6 model üretilmiştir. Oluşturulan modellerde en yüksek R^2 değeri 0.99 olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Barit, beton, basınç dayanımı, radyasyon geçirgenliği, sayısal modelleme

ABSTRACT

In this study, DataFit 9.0 software was used to determine the relationship between the barite ratio, temperature, compressive strength, dry unit weight, and saturated unit weight parameters in the content of concrete samples and radiation permeability. Numerical modeling was performed as a result of experimental data belonging to different parameters. DataFit allows various mathematical functions to produce the most appropriate model from the data in different parameters obtained from the experimental results. In the study, the equation providing the most appropriate correlation between the parameters was obtained by regression analysis. In addition, the statistical reliability and validity of the created model were evaluated using the R^2 (Coefficient of Multiple Determination) value provided by the software and other statistical parameters. In this way, the effects of the parameters in the concrete samples on radiation permeability were made predictable with a mathematically verified model. In the study, 6 models were produced for 6 different situations. The highest R^2 value in the created models was observed to be 0.99.

Keywords: Barite, concrete, compressive strength, numerical modeling, radiation permability

GİRİŞ

Beton sahip olduğu üstün dayanım, dayanıklılık ve ekonomik özellikleri sayesinde inşaat sektörünün en çok kullanılan yapı malzemesidir. Çimento, kum, su, farklı agrega çeşitleri, gerektiğinde mineral ve kimyasal katkıların kullanılması nedeniyle beton heterojen bir yapıya sahiptir. Nükleer santral sayısındaki artış, nükleer silahların savaşlarda kullanma olasılığı, radyasyon yayan cihazların çoğalması ve teknolojinin gelişimi, radyasyon kaynaklı zararlı etkilerden korunmak için önlem almayı zorunlu hale getirmektedir. Radyasyon kaynaklarının yaydığı zararlı etkilerin yapı elemanları vasıtasıyla absorbe edilerek en aza indirilmesi gerekmektedir. Ağır agregalar ile üretilen

ToCite: DİNÇER, A., (2025). BARİT KATKILI BETONLARDA RADYASYON GEÇİRGENLİĞİNİN REGREASYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 28(1), 472-478.

betonların birim ağırlıklarında meydana gelen artışların radyasyon etkisine karşı koruyucu özelliğini arttırdığı ifade edilmektedir. Alfa (α), Beta (β), Gama (γ), x ve nötron ışın ve parçacık yayımların ortaya çıkardığı zararlı etkilerinden korunmak için zırh adı verilen tabakalar oluşturulmaktadır (Çoşkun A., 2010). Ortaya çıkan bu zararlı ışınların ağır betonlar tarafından tutulma özelliği bulunduğu belirtilmektedir. Dahiru (2008), yaptığı çalışmada barit agregalı ağır betonun radyasyon etkisine karşı kalkan görevi yaptığını belirtmiştir. Demir (2010), ışın iletim yöntemi ile kolemanit, barit ve normal agrega ile üretilen betonların doğrusal ve kütle zayıflatma katsayılarında barit ve kolemanit katkılı betonların soğurucu özelliklerinin bulunduğu belirtmiştir (Dahiru, 2008; Bashter et al., 1996). Barit katkı oranı arttıkça basınç dayanımlarının çok az miktarda düşüş göstermesinin sebebi olarak barit katkılı numunelerin S/Ç oranına bağlı olarak baritin beton içerisinde homojen bir şekilde karıştırılmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu durumda barit katkılı çalışmalarda katkı malzemesi önceliği olarak hava sürükleyici katkı malzemesinin kullanılmasının önemi vurgulanmaktadır. Bu ifade literatür tarafından da desteklenmektedir (Dinçer 2024).

Bu çalışmada, barit katkılı betonların radyasyona karşı dayanım özelliklerinin daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir. Barit katkılı betonun farklı kombinasyonlarının, basınç dayanımı, sıcaklık, doygun birim ağırlık, kuru birim ağırlık parametrelerinin radyasyon geçirgenliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu parametreler arasındaki ilişkileri belirlemek için DataFit programı kullanılarak sayısal bir model oluşturulmuştur. Barit katkılı beton numunelerinin radyasyon geçirgenliğine etkisini inceleyen bu modelleme çalışmasında, en yüksek R² değeri göz önünde bulundurularak bir formül tavsiye edilmiştir. Deneysel veriler, %95 güven aralığında analiz edilmiş ve bu sonuçlar barit katkılı betonların performansını optimize etme açısından önemli bulgular sunmuştur. Elde edilen bu modelleme, barit katkılı betonların radyasyon geçirgenliğinin hangi parametrelerle daha güvenilir bir şekilde hesaplanabilmesini belirlemeye yardımcı olacaktır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Regresyon Analizi

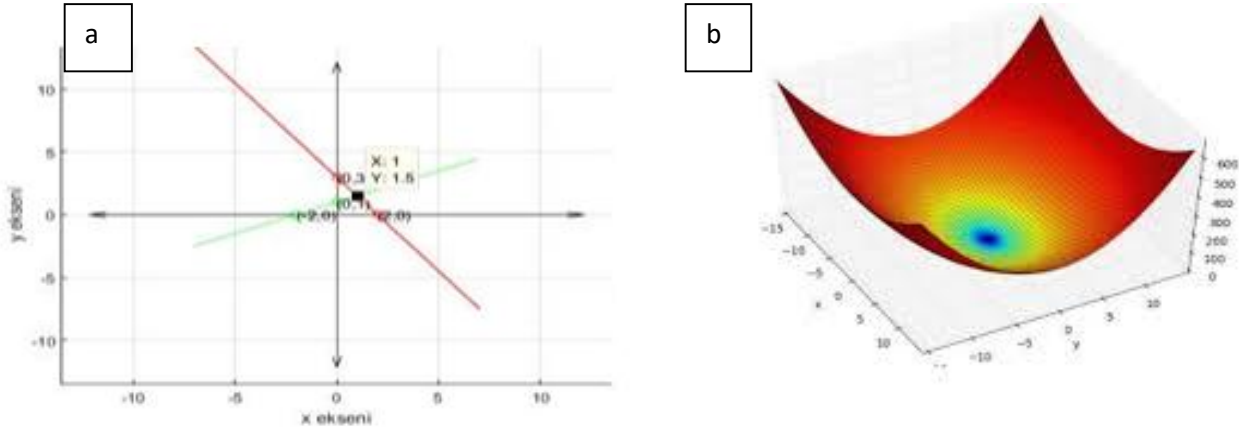
İki veya daha fazla değişkenlerin birbiri arasındaki ilişkiyi incelemek ve bilinmeyen verileri tahmin etmek amacıyla regresyon analizi kullanılmıştır. Regresyon analizleri, tekli ve çoklu regresyon olmak üzere değişken sayısına bağlı olarak ikiye ayrılmaktadır. Bir bağımlı ve bir bağımsız değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi tanımlayan bir denklem üreten analize tekli regresyon analiz denir. Çoklu regresyon analizleri ise bir bağımlı değişken ile birden fazla bağımsız değişkenin yer aldığı modelleri kapsar. Bu çalışmada, grafiksel analizleri kolaylaştıran ve istatistiksel analizi basitleştiren kullanıcı dostu bir yazılım olan DataFit 9.0 programı kullanılmıştır. DataFit programı, regresyon modellerini çözümlmek için belirli uygunluk kriterlerine (Korelasyon Katsayısı, Kalan Kareler Toplamı, Standart Hata ve Düzeltilmiş Korelasyon Katsayısı) göre otomatik olarak sıralar. Bu çalışmada, basınç dayanımı, sıcaklık, doygun kuru birim ağırlık ve kuru birim ağırlık gibi bağımsız değişkenler analiz edilmiştir. Radyasyon geçirgenliği ise çoklu regresyon modellerinde bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Ayrıca, çoklu regresyon modellerinde, bağımlı değişkenin tahminini en iyi şekilde sağlayacak bağımsız değişken kombinasyonlarını belirlemek amacıyla bir değişken seçim algoritması uygulanmıştır (Flynn, 2003). Bu yaklaşım, beton numunelerinin radyasyon geçirgenliği üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik daha doğru tahminler elde etmeyi sağlamıştır.

Data Fit

Bu çalışmada kullanılan DataFit 9.0 programı, çalışma alanına ait parametrelerin değerlerini en iyi şekilde uyarlayabilmek için grafikler ve denklemler kullanarak çeşitli modeller üretmektedir. Bu modeller arasından en yüksek uyumluluğa sahip olanı belirlemek, çalışmanın temel amacını oluşturmaktadır.

Analizde birden fazla olabilen giriş verileri ve tek bir çıkış verisi olmak üzere iki ana veri girişi bulunmaktadır. Program, bu veriler üzerinden analiz yaparken lineer ve nonlineer analiz yöntemlerini kullanır. Her iki analiz türünde de belirli denklemler temel alınır. Lineer Denklem: Terimleri yalnızca sabit veya birinci dereceden olan bu denklemler, değişkenlerinin düzlem veya uzayda bir doğru şeklini alması nedeniyle doğrusal denklem olarak adlandırılır (Şekil 1.a).

Nonlinear Denklem: Lineer olmayan terimler içeren ve ikinci veya daha yüksek dereceli polinomlar ya da trigonometrik, logaritmik ve üstel ifadeler içeren denklemler nonlineer denklemler olarak tanımlanır (Şekil 1.b).



Şekil 1. a. Lineer Denklem Grafiği b. Nonlineer Denklem Grafiği (Nalcıoğlu et al., 2020)

BULGULAR

Analiz parametrelerine ait değerler Dinçer A. 2024 doktora tezinden alınmıştır (Dinçer 2024).

Barit katkılı betonun farklı kombinasyonlarının, 28 günlük basınç dayanımı, 4 farklı sıcaklık değeri (200 °C, 400 °C, 600 °C, 800 °C), doymun birim ağırlık, kuru birim ağırlık parametrelerinin radyasyon geçirgenliği parametrelerinin verileri DataFit programına giriş yapılarak aralarındaki ilişki gözlemlenmiştir.

Çalışmada farklı kombinasyonlar oluşturulmuş ve bu kombinasyonların radyasyon geçirgenliği ile ilişkisi incelenmiştir. (Tablo 1).

DataFit 9.0 kullanılarak yapılan analizde, modellerin uyumluluk ve kullanılabilirlik düzeyi R^2 değerleri veya grafiksel ifadeler yoluyla değerlendirilebilir. Bu R^2 değeri ve grafiksel gösterimler, programın çözümlendiği denklemlerden türetilmiştir. Çalışmada oluşturulan 6 farklı modele ilişkin en uygun denklemler aşağıda sunulmuştur. (Tablo 2).

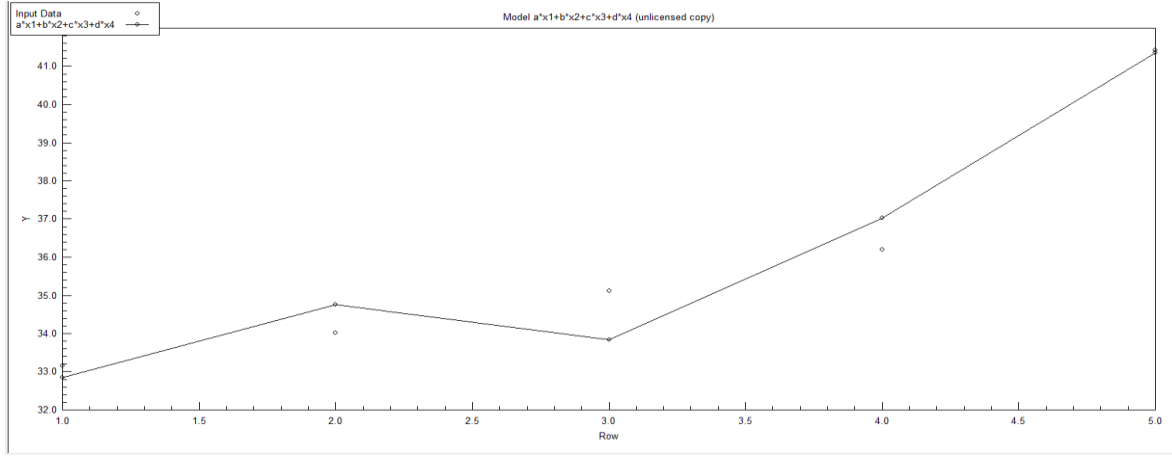
Çalışmada; R = Radyasyon, B = Barit, S = Sıcaklık, BD = Basınç Dayanımı, KBA = Kuru Birim Ağırlık, DBA = Doymun Birim Ağırlık parametrelerini ifade etmektedir.

Tablo 1. Programda Kullanılan Giriş ve Çıkış Parametreleri

Model No	Giriş Verileri	Çıkış Verisi
Model 1	Kuru Birim Ağırlık, Doymun Birim Ağırlık, Barit, 200S	Radyasyon Geçirgenliği
Model 2	Kuru Birim Ağırlık, Doymun Birim Ağırlık, Barit, 400S	Radyasyon Geçirgenliği
Model 3	Kuru Birim Ağırlık, Doymun Birim Ağırlık, Barit, 600S	Radyasyon Geçirgenliği
Model 4	Kuru Birim Ağırlık, Doymun Birim Ağırlık, Barit, 800S	Radyasyon Geçirgenliği
Model 5	Barit, Basınç Dayanımı	Radyasyon Geçirgenliği
Model 6	Barit, Basınç Dayanımı, Kuru Birim Ağırlık, Doymun Birim Ağırlığı	Radyasyon Geçirgenliği

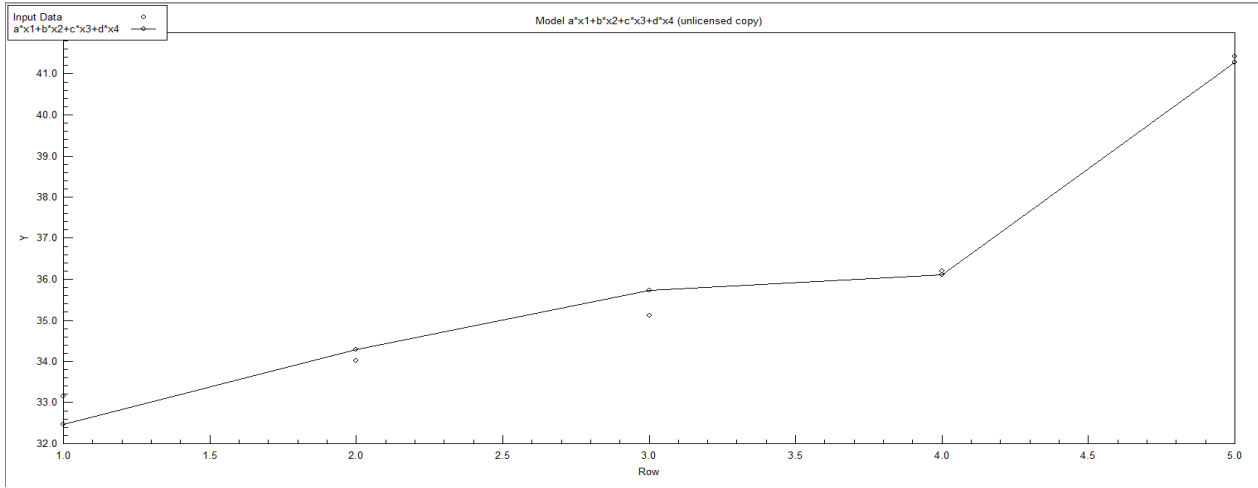
Tablo 2. Modellere Ait Denklemler

Model No	Denklem	R^2
Model 1	$R = a * KBA + b * DBA + c * B + d * S_{200}$	0.9305
Model 2	$R = a * KBA + b * DBA + c * B + d * S_{400}$	0.9775
Model 3	$R = a * KBA + b * DBA + c * B + d * S_{600}$	0.9249
Model 4	$R = a * KBA + b * DBA + c * B + d * S_{800}$	0.8871
Model 5	$R = a + b * B + c * B^2 + d * \ln(BD)$	0.9999
Model 6	$R = a * B + b * BD + c * KBA + d * DBA$	0.9988



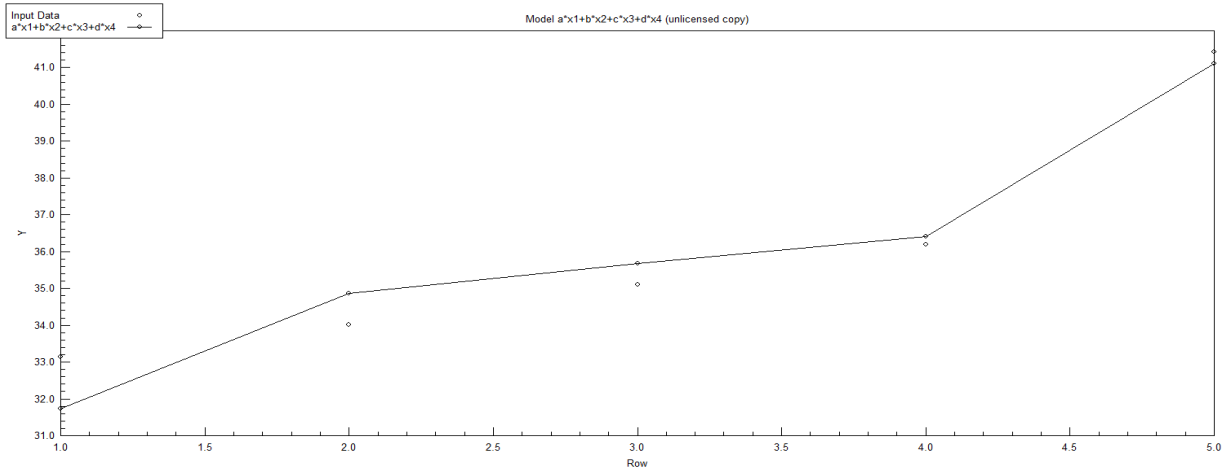
Şekil 3. Model 1

Model 1'e ait grafik Şekil 3'te gösterilmektedir. Grafikte görüldüğü gibi, Barit, Kuru Birim Ağırlık, Doygun Birim Ağırlık ve Radyasyon arasında oldukça yüksek bir uyum bulunmaktadır. Ayrıca R^2 değeri 0.9305 olarak hesaplanmıştır.



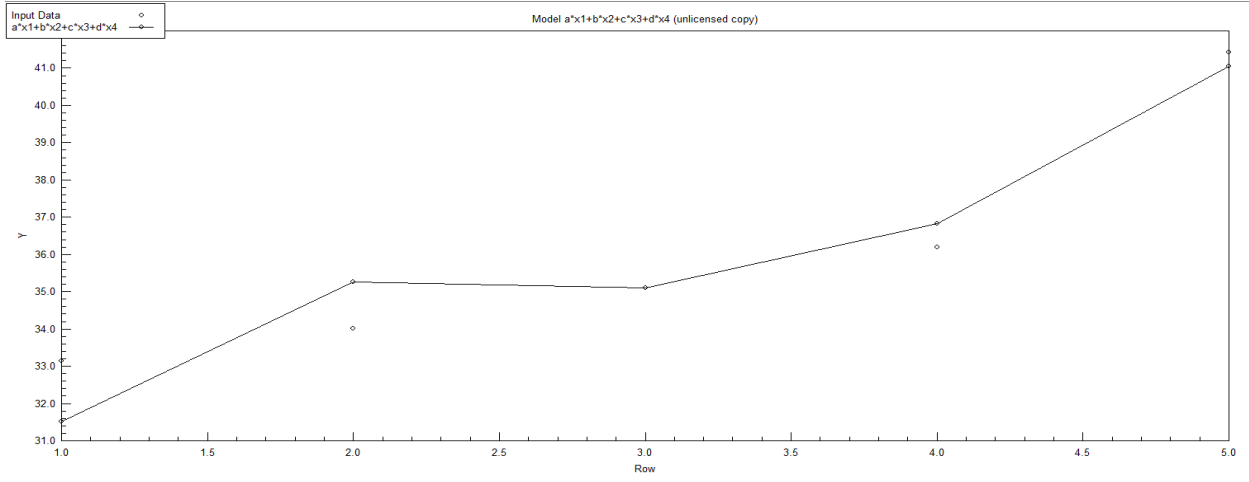
Şekil 4. Model 2

Model 2'ye ait grafik incelendiğinde, giriş parametreleri olan Barit, Kuru Birim Ağırlık ve Doygun Birim Ağırlık ile çıkış parametresi olan Radyasyon arasında yüksek bir uyum olduğu gözlemlenmiştir. Bu parametreler doğrultusunda elde edilen denkleme göre $R^2=0.9775$ değeri bulunmuştur (Şekil 4).



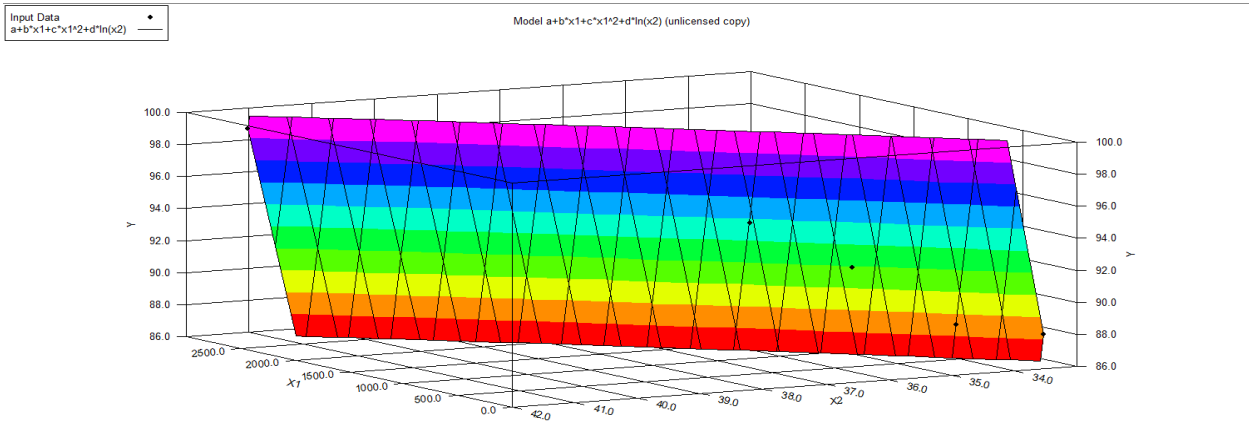
Şekil 5. Model 3

Şekil 5'te Model 3'e ait grafik gösterilmektedir. Grafik incelendiğinde, giriş parametreleri olan Barit, Kuru Birim Ağırlık ve Doygun Birim Ağırlık ile çıkış parametresi olan Radyasyon arasında güçlü bir uyum olduğu görülmüştür. Bu parametrelerin sonucunda elde edilen denklem için R^2 değeri 0.9249 olarak bulunmuştur.



Şekil 6. Model 4

Model 4'e ait grafik sunulmaktadır. Grafik incelendiğinde, giriş parametreleri olan Barit, Kuru Birim Ağırlık ve Doygun Birim Ağırlık ile çıkış parametresi Radyasyon arasında yüksek bir uyum olduğu gözlemlenmiştir. Bu parametrelerin oluşturduğu denklem için R^2 değeri 0.8871 olarak hesaplanmıştır (Şekil 6).

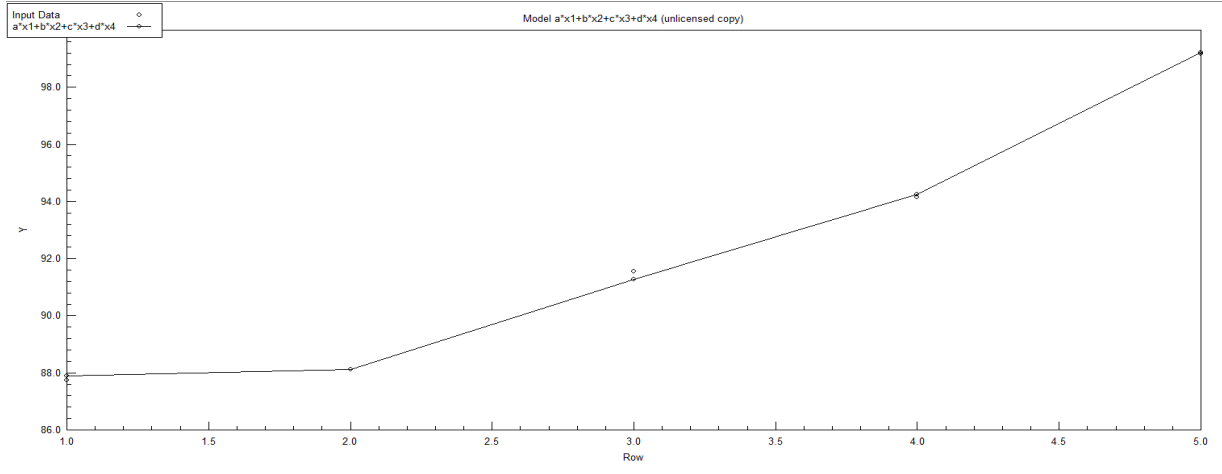


Şekil 7. Model 5

Şekil 7'de Model 5'in uyumunu gösteren üç boyutlu grafik yer almaktadır. Model 5 incelendiğinde, giriş parametrelerinin oluşturduğu yüzeyel alan ile çıkış parametresi olan Radyasyonu temsil eden noktasal veriler arasında yüksek bir uyum olduğu görülmektedir. Bu kombinasyonun analizinden elde edilen R^2 değeri 0.9999 olup, diğer modeller arasında en yüksek uyumluluk değerini göstermektedir.

Model 6'nın parametreleri arasındaki uyumu gösteren grafik yukarıda Şekil 8'de sunulmuştur. Grafik incelendiğinde, giriş ve çıkış parametreleri arasındaki uyumun $R^2 = 0.9988$ olarak hesaplandığı görülmektedir.

DataFit 9.0 programı kullanılarak, barit katkılı betonun farklı kombinasyonlarının, basınç dayanımı, sıcaklık, doymuş birim ağırlık, kuru birim ağırlık parametrelerinin radyasyon geçirgenliği üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu parametreler arasındaki ilişkileri belirlemek için DataFit programı kullanılarak sayısal bir model oluşturulmuştur. Model sonucu radyasyon geçirgenliği tahmini için farklı formülasyonlar üretilmiştir. R^2 değeri en yüksek 0.9999 elde edilmiştir.



Şekil 8. Model 6

Ancak R^2 değerleri incelendiğinde Model 5'e en yakın sonuçlar Model 6'da gözlemlenmiştir. Model-6, radyasyon geçirgenliği üzerinde önemli etkisi bulunan Kuru Birim Ağırlık ve Doygun Birim Ağırlığı parametrelerini de içerisinde bulundurmaktadır. Bu parametreler Radyasyon geçirgenliği açısından en önemli ve kritik parametreler arasında yer almaktadır. Bundan dolayı Model 6'nın Baritin, Radyasyon Geçirgenliğinin tespitinde kullanılması önerilmektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada barit katkılı betonun farklı kombinasyonlarının, basınç dayanımı, sıcaklık, doymuş birim ağırlık, kuru birim ağırlık parametrelerinin ve radyasyon geçirgenliğinin birbirleriyle oluşturulmuş kombinasyonlarının uyumları incelenmiştir. Model sonuçları ile deney sonuçları arasında oldukça yüksek uyum olduğu görülmüştür.

Oluşturulan modellerde genel olarak oldukça yüksek R^2 değerleri elde edilmiştir. Bu modeller arasında uyumluluk indeksi olan R^2 değerleri dikkate alındığında 5. Model olan Barit-Basınç Dayanımı-Radyasyon modeli en yüksek uyum katsayısını $R^2=0.9999$ değerini vermiştir.

Ancak R^2 değerleri incelendiğinde Model 5'e en yakın sonuçlar Model 6'da gözlemlenmiştir. Model 6, radyasyon geçirgenliği üzerinde önemli etkisi bulunan Kuru Birim Ağırlık ve Doygun Birim Ağırlığı parametrelerini de içerisinde bulundurmaktadır. Bu parametreler Radyasyon Geçirgenliği açısından en önemli ve kritik parametreler arasında yer almaktadır. Bundan dolayı Model 6'nın Baritin, Radyasyon Geçirgenliğinin tespitinde kullanılması önerilmektedir.

Yapılan çalışmada, DataFit 9.0 kullanılarak elde edilen model formülünün, beton numunelerinin radyasyon geçirgenliğini tahmin etmek için geçerli bir yöntem sunduğu belirtilmiştir. Ayrıca, DataFit 9.0 yöntemiyle geliştirilen modellerin matematiksel denklemlerinin çıkarılabilmesi, yeni veriler eklendiğinde gelecekteki tahminlerin yapılmasını daha kolay ve pratik hale getirecektir.

KAYNAKLAR

Çoşkun, A. (2010). Ağır betonlarda barit agregasının kullanımı ve beton özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyonkocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyonkarahisar.

Dahiru, D. (2008). Investigation of the compressive strength of heavy concrete made with locally sourced barite aggregates. *J. Appl. Sci*, 3, 447-455.

Demir, F. (2010). Determination of Mass Attenuation Coefficients of Some Boron Ores at 59,54 keV by Using Scintillation Detector. *Applied Radiation And Isotopes*, 68:1, 175-179. DOI: 10.1016/j.apradiso.2009.09.003.

Dinçer, A. (2024). Radyasyon Etkisine Karşı Serpantinit, Dolomit ve Barit Katkılı Beton Kullanılmasının Araştırılması, Doktora Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.

Bashter, I.I., Makarious, A.S., El-Sayed Abdo, A., (1996). Investigation of Hematite Serpentine and Ilmenite-Limonite Concretes for Reactor Radiation Shielding. *Annals of Nuclear Energy*, 23(1): 65-71. [https://doi.org/10.1016/0306-4549\(95\)00011-G](https://doi.org/10.1016/0306-4549(95)00011-G).

Flynn R. H. (2003). Development of Regression Equations to Estimate Flow Durations and Low-Flow Frequency Statistics in New Hampshire Streams, *Water-Resources Investigations Report 02-4298*, Pembroke, New Hampshire.

Nalcioğlu, A., Ünsal, M., Ercan, B., & Yağcı, A. E. (2020). Asi havzasında hidrometeorolojik faktörler ve akım arasındaki ilişkinin modellenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi*, 23(6), 1510-1517. <https://doi.org/10.18016/ksutarimdog.vi.623770>.