

**TOBB ETÜ Bilgisayar Mühendisliği Bölümü**  
**BİL441-541 Dönem Projesi Ara Rapor**

**2021-22 Bahar Dönemi**

**Proje Üyeleri:** Okan Özşahin

**Date:** 04 /03 /2022

<b>1. Proje ismi</b>
Beton Basınç Dayanımı için Makine Öğrenmesi Modelleri
<b>2. Proje tanımı <sup>1</sup> (kıs a özet, problemin açıklanması, beklenen sonuçlar)</b>
<p>Beton üç temel malzemeden oluşur Portland çimentosu, ince ve iri agregalar ve su. Bunlara ek olarak uçucu kül, yüksek fırın cürufu gibi ek çimento malzemeleri ve ayrıca kimyasal katkıları olarak geçen süper plastikleştiriciler(kıvamlaştırıcı) içermelidir. su/çimento oranı ile betonun dayanımı arasındaki ters orantılılık beton üretiminde önemli bir parametredir. su/çimento oranındaki artış beton mukavemetini azaltırken, su/çimento oranındaki düşüş ise mukavemeti arttırmaktadır. Tabiki sadece bunlara bağlı değildir kimyasallar ve ek katkıların etkisi de dayanım üzerinde etkilidir fakat en önemli parametre olarak su/çimento oranı söylenebilir. Basınç dayanımı sonuçları sahada teslim edilen beton karışımının belirtilen dayanım şartlarını karşılayıp karşılamadığını belirlemek için kullanılır. Projede Beton karışımının içeriğinde olan malzemeler ve sonucunda ortaya çıkmış dayanım sonuçları yer almaktadır.</p> <p>Beton silindir üzerinde yapılan standart kırma testi ile basınç dayanımı belirlenir. Bu, mühendislerin farklı malzeme kombinasyonlarına sahip belirli ölçülerde beton silindirler oluşturmaları ve bu silindirleri her bir malzemedeki değişikliklerle birlikte mukavemet değişimleri açısından test etmesini gerektirir. Sonuçlar 7 ve 28 gün sonra ölçülebilmektedir. Daha doğru sonuçlara ulaşabilmek için bekleme süresi 28 gün olmalıdır. Farklı prototipler hazırlamak ve bunları test etmek gerekmektedir ki bu da çok fazla zaman ve çok fazla emek gerektirmektedir. Ayrıca, bu yöntem insan hatasına eğilimlidir ve küçük bir hata sonucunda bekleme süresinin önemli ölçüde artmasına neden olmaktadır.</p> <p>Çeşitli Makine Öğrenmesi algoritmalarında model eğitilerek sonuçlar gözlemlenecektir. Bu sonuçlara göre malzemeler arasındaki korelasyonlara bakılacaktır. Eğer dikkate değer güncel olarak bilinmeyen korelasyonlar tespit edilirse bu malzemeler üzerinde araştırmalar yapıp farklı modeller denenecektir. Model olarak genel modellerden başlayıp daha spesifik yapılara doğru ilerleyecektir. Başlangıç olarak Lineer ve lojistik regresyon analizleri ile başlanacaktır. Bu analizlerde RMSE(Root Mean Square Error) ve R<sup>2</sup> değerlendirme metrikleri olarak kullanılacaktır. Karar Ağaçları, Random Forest ile sınıflandırma, Destek Vektör Makinesi(SVM) gibi makine öğrenmesi yöntemleri ile sonuçları karşılaştırılacaktır.</p> <p>Veri setinde 8 giriş değişkeni ve 1 çıkış değişkeni bulunmaktadır. Eldeki Veri eğitim ve test olmak üzere 2 ayrı yapıya bölünecektir. Başlangıç olarak veri %80 eğitim %20 test olarak bölünecektir. Eldeki verinin %80i ile modeller eğitilecek %20luk verilerle de modeller test edilecektir. Bu overfitting ve overtraining'den kaçınmak içindir. Grafikler çizilecek görsel olarak da yapıların incelenmesi sağlanacaktır.</p>

Modeller ve çizimler hazırlanırken python kütüphaneleri kullanılacaktır. Subplot, barplot, boxplot, heatmap, scatter, histogram gibi fonksiyonlarla grafikleri kullanarak malzemelerin sonuç üzerindeki etkileri gözlemlenecek. Yine kütüphanelerden yararlanarak girdi değişkenleri üzerinde korelasyon tabloları oluşturulacak ve görsel olarak malzemelerin sonuç üzerindeki etkileri gözlemlenecek. Veriler temiz ve işlenmiş oldukları için herhangi bir veri temizliğine gerek kalmayacaktır. Yapılan testlerde aykırı değerler gözlemlenirse sonuçlar tekrardan onlara göre değerlendirilecektir.

### **3. Proje metodolojisi, daha önce benzer projelerde kullanılan metotlar hakkında bilgiler, literatur taraması**

Daha önceki çalışmalarda girdi değişkenlerinde modeller eğitilerek çıktı olarak basınç dayanımını tahmin eden modeller elde edilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmalarda çimento miktarının basınç dayanımı üzerinde büyük bir etkisi olduğu genel olarak gözlemlenmiştir. Fakat bu en bilinen özelliktir ve bunun dışında işaretler aramaya çalışmışlardır. Aynı şekilde su oranı ile de ters orantılı şekilde ilişkilidir. Bu su/çimento oranında bahsettiğimiz gibi su oranının yükselmesi bariz bir şekilde mukavemeti düşürmektedir. Genel olarak bilinen bir bilginin model üzerinden de bulunması bilgiyi teyit etmek amaçlı olarak iyidir. Fakat yeni bir yaklaşım için çok da anlamlı olmamıştır. Bu modellerle amaçlanan fiziksel olarak denenebilecek kombinasyonların sayısını azaltmak ve deney için harcanan süreyi minimuma indirmektir. Mümkün olan en iyi malzemeleri kullanarak betonun gerçek kalitesini ortaya çıkarmaya yönelik çalışmalar yapılmıştır.

Bir diğer farklı yaklaşım da basınç dayanımını tahmin etmek için yapay sinir ağlarının (ANN) kullanılmasını amaçlamıştır. Yapay sinir ağları, birbirine bağlı yapay nöronlarla işbirliği ile çalışarak zor problemleri çözebilen, büyük ölçüde paralel mimariden oluşan bir yapıdır. Çoğu modeli geri yayılım(back-propagation) sinir ağlarına dayanmaktadır. Ağ eğitmek için, bağlantıların ağırlıkları öğrendiği bilgilere göre değiştirilir. Ağ, her bir girdi kalıbı için çıktısını o kalıp için bir hedef çıktı ile karşılaştırarak, ardından hatayı hesaplayarak ve bir hata fonksiyonunu ağ üzerinden geriye doğru yayarak öğrenir. Yapay Sinir Ağlarının tercih edilme nedeni çok değişkenli analizle başa çıkma yeteneğidir.

Yapay Sinir Ağları için tasarımdaki oranlamalara göre basınç dayanımının nasıl tahmin edileceği çok pratik bir konudur. Örneğin, bir tahmin modeli ile düzinelerce karışım tasarımının basınç dayanımları tahmin edilebilir ve sadece daha ileri fiziksel testler için gerekli şartları sağlayanları seçebilirsiniz. Bu, belirli bir basınç dayanımı gereksinimi için deneme sayısını azaltabilir ve çok fazla para ve zaman tasarrufu sağlayabilir. Ayrıca, ekonomik değerlendirme için basınç dayanımı gerektirenler arasından en ucuz seçimler belirlenebilir.

Çimento endüstrileri dünyadaki en büyük karbondioksit emisyonu üreticilerinden biridir. Bu nedenle çevreye muhteşem bir olumsuz etkiye sahiptir. Günlük hayatımızda başta yapılarda olmak üzere birçok yerde karşımıza yaygın olarak çıkmaktadır. Bir diğer çalışma da beton üretiminde kullanılan malzemelerin çevreye yaptığı olumsuz etkiler vurgulanmış. Makine Öğrenmesi modelleri kullanarak bu malzemelerden daha verimli şekilde yararlanmak ve gereksiz harcamalardan kaçınmak için modeller geliştirilmeye çalışılmıştır.

**4. Projede kullanılan veriler, dış bağlantılar hakkında bilgiler, verilerin tamamını veya birkaç örneği gösterebilirsiniz.**

**Çimento**(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): Çimento, ana hammaddeleri kalkerle kil olan ve mineral parçalarını (kum, çakıl, tuğla, briket ..vs.) yapıştırmada kullanılan bir malzemedir. Çimentonun bu yapıştırma özelliğini yerine getirebilmesi için mutlaka suya ihtiyaç vardır. Çimento, su ile reaksiyona girerek sertleşen bir bağlayıcıdır.

**Yüksek Fırın Cürufu**(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): demir-çelik tesislerindeki yüksek fırınlarda demir üretimi sırasında açığa çıkan bir yan üründür. Yüksek fırın cürufu aniden soğutularak granüle hale getirilir ve daha sonrasında öğütülür. Öğütülen bu malzeme çimentoya katılabildiği gibi betonda ayrı olarak da kullanılabilir.

**Uçucu Kül**(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): Enerji üretmek için kurulmuş termik santrallerde yakılan taşkömürü veya linyit kömürünün yanması sonucu ortaya çıkan ve bacalar da elektro-filtreler aracılığıyla tutulan atık maddelerdir. Uçucu küller, kendi başlarına bağlayıcılık özellikleri hemen hemen olmayıp sönmüş kireç ile kimyasal reaksiyona girerek hidrolik bağlayıcılık özelliği kazanan bir katkı malzemesidir.

**Su**(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): beton karışımının istenilen kıvam ve dayanıma gelmesini sağlayan malzemedir.

**Süperakışkanlaştırıcı**(kıvamlaştırıcı)(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): Akışkanlaştırıcı, eklenildiği maddenin plastisitesini ya da akışkanlığını artıran katkı maddesi. Genelde plastik, çimento ya da beton karışımlarında kullanılırlar.

**Kaba - İnce Agregası**(1m<sup>3</sup> teki kg miktarı) (-giriş değişkeni): Belirli boyutlardaki taş, doğal taş ya da ufalanmış kaya parçalarıdır. Agregaların yapıları, boyutları, şekilleri, fiziksel ve kimyasal yapıları, bünyesine katılacakları karışımlardan (beton, asfalt, vs.) beklenen özelliklere göre seçilir. Çimento ile birbirlerine bağlanarak, sert ve yoğun bir kütle meydana getirir ve betonun hacim olarak %60-%80'lik bir kısmını oluşturur.

- Çapı 0-6 mm arasında **ince** (doğal ve yapay kum) agrega
- 6~63 mm **kalin** (çakıl ve kırmataş) agrega

**Yaş**(1-365 gün)(-giriş değişkeni): Beton karışımının oluşturulduğundan beri geçen gün sayısı

**Beton Basınç Dayanımı**(MPa)(-çıkış değişkeni): Betonun eksen yönünde maruz kaldığı basınç yüklerine karşı göstermiş olduğu dirençtir, betonun basınç dayanımı olarak tanımlanır. Yani eksen yönünde basınç yüküne maruz bırakılan beton yapıda oluşan en yüksek gerilme olarak tanımlanır. Bir başka tanımla betonda oluşan yük miktarının sebep olabileceği kırılmalara ve şeklen farklılaşmaya karşı gösterdiği mukavemete denilmektedir.

**5. Projenin ayrıntılı planı, akış şeması, veri işleyişi, vs, projede karşılaşılan sorunlar, projenin şu andaki durumu (varsa prototip, veya ekran çıktıları), bundan sonra yapılacaklar**

- Proje tanımları yapıldı
- Problem analiz edildi
- İsterler analizi yapıldı
- Uygulanması düşünülen algoritmalar araştırıldı
- Değişkenlerin çıktı üzerindeki etkileri modellerle analiz edildi
- Literatür Taraması yapıldı
- Benzer projelerdeki uygulanmış modeller ve sonuçları gözlemlendi
- Farklı modellerin problem üzerindeki etkileri incelendi

Veriler hazır ve temiz olduğu için herhangi mining işlemi ya da data cleaning işlemi gerekmedi. Girdilerle ilgili gerekli araştırmalar yapıldıktan sonra probleme olması gereken etkileri daha iyi anlaşılmıştır.

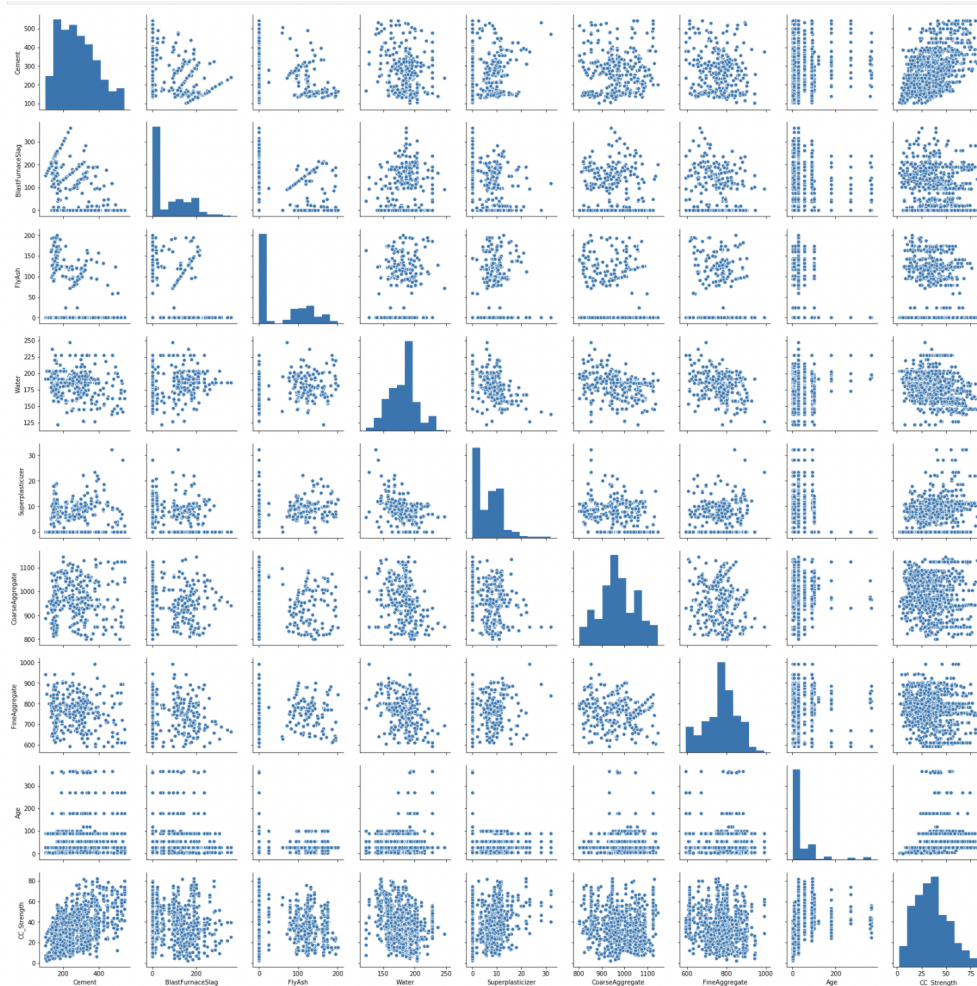
Şu ana kadar olan çalışmalar taslak halinde hazırlanmıştır. Temize çekilip görsel olarak daha iyi hale getirilecektir. Lineer Regresyon, Decision tree ve random Forest algoritmaları ile eğitilmiş ve sonuçları gözlemlenmiştir. Python programlama dili kullanılmış ve jupyter notebook üzerinde kodlanmıştır. Jupyter tercih edilmesinin nedeni kodların ve görsellerinin anlaşılır şekilde bir arada sunulmasıdır.

Akış Şeması:

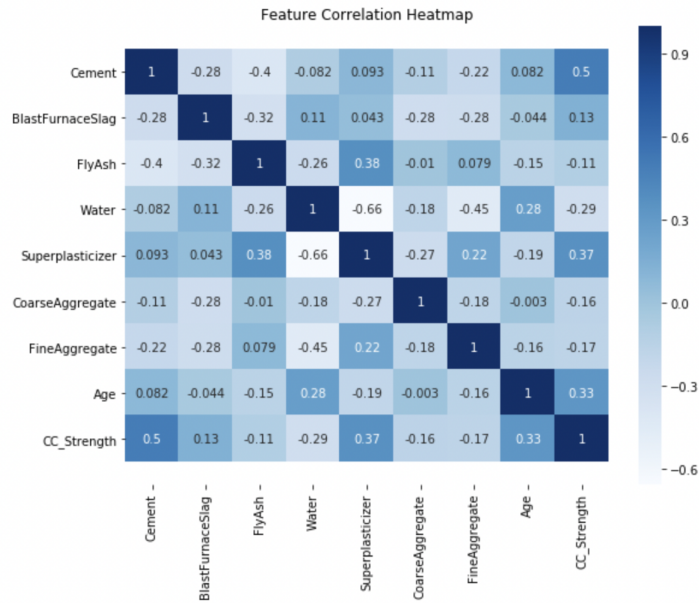
- Veriler hazır ve temiz olduğu için herhangi derleme veya mining işlemi gerekmedi
- Veri analiz edildi
- Algoritma Seçildi
- Veri %80 eğitim, %20 test verisi olmak üzere 2 parçaya ayrıldı
- Eğitim verisi ile model eğitildi
- Test edilip Model değerlendirildi



Girdilerin birbirleri ile olan ilişkilerini görmek için:



Girdiler arasındaki korelasyonları gözlemlmek için:



#### Kaynaklar:

- <https://www.thbb.org/teknik-bilgiler/cimento/>
- <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/04/concrete-strength-prediction-using-machine-learning-with-python-code/>
- [https://www.scipedia.com/public/Silva\\_et\\_al\\_2020a](https://www.scipedia.com/public/Silva_et_al_2020a)
- <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061821027677?token=861516CFEC1F753A2FE3536F91D9ADDE0E6E4E02590F74342B69E9708DDD586FF904F334CF2FD7A0EE8E3AA48D7C8694&originRegion=eu-west-1&originCreation=20220303162948>
- <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/9/3798>
- <http://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Concrete+Compressive+Strength>
- <https://www.betonvecimento.com/surdurulebilirlik/yuksek-firin-curufu-ozet>
- <https://insapedia.com/ucucu-kul-nedir-ucucu-kulun-betonda-kullanilmasi/>
- <https://insapedia.com/agrega-nedir/>
- <https://insapedia.com/beton-basinc-dayanimlari-ve-dayanimlari-etkileyen-faktorler/#:~:text=Beton%20malzemenin%20eksen%20y%C3%B6n%C3%BCnde%20maruz,en%20y%C3%BCksek%20gerilme%20olarak%20tan%C4%B1mlan%C4%B1r.>