



Abdullah Kazım TUNA  
İnşaat Mühendisi

# UZAYDA BETON TEKNOLOJİLERİ

İnşaat mühendisliği; medeniyet tarihinin başından beri var olan ve insanlığın bulunduğu her yerde varlığını sürdürmeye devam edecek en temel mühendislik dalıdır. Matematik ve fen bilimlerini harmanlayarak, doğanın sunduğu malzemeleri doğru teknikle birlikte insanlığın yararına kullanılması için yöntemler geliştirip aynı zamanda uygulamaktadır. İnsan nüfusunun artmasıyla doğal kaynakların hızla tüketilmesi, atıkların fazlalaşması, iklimsel bozulmalar yeryüzünde yaşanılabilirliği olumsuz etkilemiştir. Bu sebeple bilim insanları araştırmalarını uzaya doğru, yakın olması sebebiyle önce Ay'a sonra Mars ve diğer gezegenlere yöneltmiştir. Çalışmaların hedefinde insanlığın en temel ihtiyacı olan barınma gerekliliği yer almaktadır.



İnsanlığın uzay yolculuğunun ilk adımları da bilinmezlik evreninin bize en yakın üyesi olan aya atılmıştır. Yıllarca bilim kurgulara konu olan uzayda yaşam; ay seyahatleri, ay kolonileri, ay otelleri gibi projelerle yakın gelecekte hayallerden öte bir deneyim olarak yaşamımıza girecektir. 21. yüzyılın getirdiği inanılmaz teknolojik gelişim ve bilgi birikimi ayda yaşam için farklı disiplinlere uzay kapısını aralamıştır. Astronomide lider olan ülkelerin kurmak istedikleri üslerin amaçları farklı olsa da uzay ortamındaki fiziksel koşullara, çevresel faktörlere ve hammadde eksikliği gibi imkansızlıklara rağmen etkili bir yapı sistemi geliştirme gereksinimi ortak çalışma alanına girmektedir.

Yüksek vakum gücü ve düşük yerçekimi, atmosferi olmayan uzay ortamında yapıların dayanıklılığının yanında sürdürülebilir olma problemini de getiriyor. Ayın zemininde yapılan incelemelere göre meteorların yüzeye çarpmasıyla oluşan katman "Regolit" tabakası olarak adlandırılmıştır. Regolit olarak tanımlanan ay toprağı tabakasının %40'dan fazlası oksijenden oluşmaktadır ve içerdiği doğal maddeler beton üretmek için gerekli hammaddeyi sağlamaktadır. Basit bir yöntemle oksijenin elde edilebilir olması aya yapılacak yatırımların ciddiye kazanmasında etkili olmuştur.

Ay'da yaşam konusunda en büyük problem suyun eksikliğidir. Sınırlı miktarda götürülen suyun içme suyu olarak kullanılması gerekliliği beton üretimi için alternatif çözüm arayışlarını beraberinde getirmiştir. Ay'da inşa edilecek yapılar için prefabrik, konvansiyonel ve Ay'da bulunan doğal kaynaklar kullanılarak beton üretilmesi gibi üç farklı yöntem vardır.

Betonu oluşturan hammaddeler su, çimento ve agregadır. Çimento su ile karıştırıldığında kimyasal reaksiyona (Hidratasyon) girerek su/çimento oranına göre değişkenlik gösteren bağlayıcılık kazanır. Agregadan faydalanarak bağlayıcılık özelliği ile birlikte dayanım kazanır ve istediğimiz yapıları inşa etmemizi sağlar. Ayda beton üretebilmek için su kullanmadan bağlayıcılığı kazanmanın yolunu bulmak gerekir. Geliştirme aşamasında olan hidrolik olmayan beton teknolojisi ayda su kullanmadan beton üretmeyi mümkün kılmaktadır.

Polimer beton karışımında agregaları bağlamak için su yerine kullanılan polimerin eritilmesi gerekmektedir. Yapılan deneyler sonucunda kütlece %90 Regolit karışımı ve %10 polimer kullanılarak elde edilen beton numunesi priz aldıktan 5 saat sonra 12.9 MPa dayanım kazandığı görülmüştür. Bu basınç dayanımı üretilen betonun metrekarede 1315 Ton basınç dayanımı sağlayacağı anlamına gelmektedir. Elde edilen beton kapsamlı bir tesisi sağlam altyapıyla inşa etmeye yetecek dayanıma sahip olacaktır.

Ay toprağında yüksek oranda kükürt bulunduğu için ay betonu üretiminde en çok araştırılan malzeme de kükürttür. Kükürt eritilip çimento esaslı malzeme ile karıştırıldığında bağlayıcılık özelliği sağlar. Soğuduğunda da hidratasyon gereksinimi olmadan katlaşılarak beton oluşturur. Oluşan beton günlerce süren normal beton dayanımını birkaç saat içerisinde kazanmış olur.



Doğal uydumuz Ay'a kurulacak olan ilk üslerin temellerinde, Dünya'dan çok yüksek maliyetlerle taşınacak hammaddeleri kullanmak yerine, Ay'ın yerel kaynaklarından yapı malzemesi üretmek en akılcı yaklaşımdır. Ay'ın doğal zemininde bulunan malzemeler sadece beton üretimi için değil kurulacak habitat için gerekli olacak birçok malzemeye hammadde sağlar niteliktedir. Şimdiden uzayda yapılacak üslerin prototipleri yeryüzünde Ay'ın yerel ve alternatif kaynaklarıyla üretilmeye başlandı. Türkiye olarak uzay çalışmaları sadece uydu ve iletişim araçları üzerine yapılmıştır. Uzun süredir iletişim sektörüne yatırım yapılırken, uzay ve teknoloji çağı için gerekli çalışmalarda yeterince rol alınmamıştır. Geleceğe yön veren ülkeler arasında yer almak için uzay sektörüyle alakalı disiplinler arası çalışmalara özen göstermeliyiz. Uzay yarışının içerisinde yer almak hiç şüphe yok ki ülkemize prestij ve güç kazandıracaktır.