

Ulaştırma Mühendisliği Eğitiminde Sürdürülebilirlik Yaklaşımları

İsmail Şahin

Yıldız Teknik Üniversitesi Davutpaşa Kampüsü
İnşaat Mühendisliği Bölümü Ulaştırma Anabilim Dalı
34210 Esenler / İstanbul
Tel: 212-383 51 80 Faks: 212-383 51 33
E-posta: sahin@yildiz.edu.tr

Özet

Geleneksel inşaat mühendisliği eğitiminde, kentiçi trafik tıkanıklığının çaresi olarak yeni yollar inşa etmek öğretilir. Bu yaklaşımın sorunu çözmek için uygun olmadığı yaşanarak görüldü: Şehirleşmenin yaygınlaşmasıyla kentli nüfusun artmasının yanında, sosyal ve ekonomik kalkınmayla birlikte otomobil sahipliğindeki yükselme, trafik tıkanıklığı ve çevre kirliliği sonuçlarını doğurdu, dışsal maliyetleri ağırlaştırdı. Gelişmiş ülkelerde bir kentsel ulaşırma politikası ve planlama aracı olarak, kent merkezlerini otomobilden arındırma uygulamaları başladı. Sürdürülebilir kalkınma için, ekonomik gelişmeyi ve sosyal adaleti sağlamanın yanında, ulaşırma gereksinimlerini karşılamak için inşa edilen yapıların çevresel etkilerinin de öngörülerek, bu yapıların tasarımı sürecinde uygun önlemlerin alınması gerektiği anlaşıldı. Planlama ve tasarım süreçlerindeki bu hassasiyetlerin, yapım ve işletim süreçlerinde de özgün ve yaratıcı çözümlerle desteklenmesi, sürdürülebilirliğe tamamlayıcı etkiler yapacaktır. Bu uygulamaların meslek etiği kapsamında belirgin bir biçimde yeniden vurgulanmasında yarar vardır. Tüm bu konular mühendis adaylarına bilgi, beceri ve davranış biçimi olarak kazandırılmalı, İnşaat mühendisliği eğitim planlarına (müfredatlarına) belirli bir ağırlıkta dâhil edilmelidir. Programlar, eğitim planlarını, kendi özgün eğitim amaçları kapsamında, bu bileşenlerle çeşitlendirip zenginleştirebilir. Çalışma kapsamında, bu amaca dönük uygulamalardan örnekler verilerek özgün öneriler sunulmaktadır.

Giriş

Ulaştırma mühendisliği çok disiplinli bir alandır. Kapsam itibarıyla inşaat mühendisliği en yakın disiplin konumundadır. Ancak, makina, elektrik-elektronik, işletme vd. disiplinlerin de ulaşırma mühendisliği kapsamında çeşitli uğraş alanları bulunmaktadır. İnşaat mühendisleri, özellikle, ulaşırma mühendisliği projelerinin tasarım ve yapım süreçlerinde ağırlıklı olarak rol almakla birlikte, projelerin planlama ve işletim süreçlerinde de uzmanlıklarına göre görev alabilmektedir. Bu nedenlerle, çeşitli kapsamdaki ulaşırma dersleri geleneksel inşaat mühendisliği eğitim planlarının zorunlu bileşenleri arasında bulunur. Ulaşırmanın hemen tüm türlerini kapsayan yapıların (karayolları, demiryolları, hava limanları, deniz yapıları, boru hatları, bisiklet yolları, yaya yolları vd.) tasarım seçeneklerinden, malzeme seçimine, yapım yöntemlerinden, işletme koşullarına kadar, bu yapıların geometrik, mekanik ve trafik özelliklerini göz önünde bulunduran geniş bir bilgi ve beceri kazandırma süreci, inşaat mühendisliğinin eğitim planları kapsamındadır. Aslında tüm bu bilgi ve beceri biriki-

mi, ulaştırma gereksinimlerinin saptanması ve buna uygun yapıların ve hizmetlerin oluşturulması için gereklidir. Ulaştırma gereksinimlerinin karşılanması, ekonomik kalkınmanın da nn açabilmektedir. Ulaştırma bağlantıları, kullanıcılarına, gereksinimlerine erişme olanakları sağladığından, ağ/şebeke özelliğine sahiptirler. Toplumdaki bireylere çeşitli erişme olanakları sunulması, sosyal adalet anlayışının bir gereğidir. Ağ yapısının sunduğu erişme özelliği, ulaştırma yapılarının geniş coğrafyalara yayılmasını gerektirir. Ulaştırma bağlantılarının kapsama alanı geniş olduğundan, yapıların, geçilen coğrafyanın evre özellikleri ile uyumlu olması, hatta evre korumasını önceleyen bir yaklaşımla gerçekleştirilmiş olması gerekir. Aksi halde, bu kapsam genişliği, çevresel kötüleşme ve hatta yok oluşun nn açabilecektir. Tüm bu konular, ulaştırma projelerinin bütüncül bir yaklaşımla oluşturulmasını önermektedir. Ekonomik kalkınma, sosyal adalet ve çevresel koruma bileşenlerinin birlikte ele alınması, günümüzde sürdürülebilir kalkınmanın tanımı içinde yer almaktadır. Benimsenen ulaştırma politikaları sürdürülebilirlik bileşenlerinin projelerdeki ağırlıklarını belirler. Ulaştırma projelerinin “tamlığı” ya da “gdklğ”, bu bileşenlerin sırasıyla dengeli ya da eksik ölçülerde, projeleri gerçekleştirme süreçlerine katılması ile yakından ilişkilidir. Projeleri gerçekleştiren mühendisin bireysel sorumluluğu, gerektiğinde yaptığı için özelliklerini sorgulamasını gerektirir. Sürdürülebilir ulaştırma yapılarının özellikleri, inşaat mühendisliği eğitim planları aracılığıyla, uygun bilgi ve beceriler ile mezunlara kazandırılabilir. Gerçek yaşamda, bu kazanımların davranışa dnlebilmesi, meslek etiği ilkelerinin benimsenmesi ve uygulanması ile hayat bulabilir. İşte, mezunlara kazandırılması beklenen meslek etiği davranışı, sürdürülebilirlik bileşenlerinin uygun ölçüler kullanılarak projelerin oluşturulması ve hayata geçirilmesi süreçlerinde kendini gösterir. İnşaat mühendisi ettiği Mühendis Yemini çerçevesinde bu etik davranışı gösterir ve eksik projelendirme ya da yapım süreçlerine müdahale ederek, meslek pratiğini, toplumun genel yararı doğrultusunda uygular. İzleyen bölümlerde, sırasıyla, sürdürülebilir kalkınmanın tanımı, projelendirme süreçlerinin sürdürülebilir projeler üretmedeki önemi, inşaat mühendisliği eğitim planlarında sürdürülebilirliğin yeri, sürdürülebilir ulaştırma projelerinin değerlendirilmesinde kullanılan somut ölçütler, sürdürülebilirlik boyutlarının eğitim planlarındaki yerini sağlamaştırmanın önemi-ni vurguladıktan sonra, sonuçlar ve öneriler sunulmaktadır.

Sürdürülebilir Kalkınma

Sürdürülebilir kalkınma, yaptığımız her şeyin ekonomik, sosyal ve çevresel özelliklerinin bütünleştirilmesi ve kısa dönemli isteklerimizle uzun dönemli gereksinimlerimizin denge-lenmesi ile ilgilidir (<http://www.inventum.co.uk/>, Erişme tarihi: 11.08.2015). Brundtland (1987) Raporu bu kavramın kilometre taşı kabul edilebilir.

Birleşmiş Milletler kaynaklarında kalkınmanın temel bileşenleri arasında tarım, sanayi üre-timi, temiz suya erişim, sağlık, eğitim ve ulaştırma sayılmaktadır. Karayolları ve diğer ulaştırma sistemleri ile birlikte, su kaynakları sistemleri, atık yönetim sistemleri, temiz hava sistemleri, sulama sistemleri ve haberleşme sistemleri, fakirliği azaltmak ve ekonomik büyüme için temel kamusal altyapılardır. Bu sistemlerin stratejik tasarımı çevresel, ekonomik ve sosyal etkileri dikkate almalı ve tahmin edilen iklim değişikliklerine uyum sağlamalıdır. Ulaştırma; ülkelerin ekonomik büyümesi, rekabet gücü, dengeli ve yaşanabilir meknsal

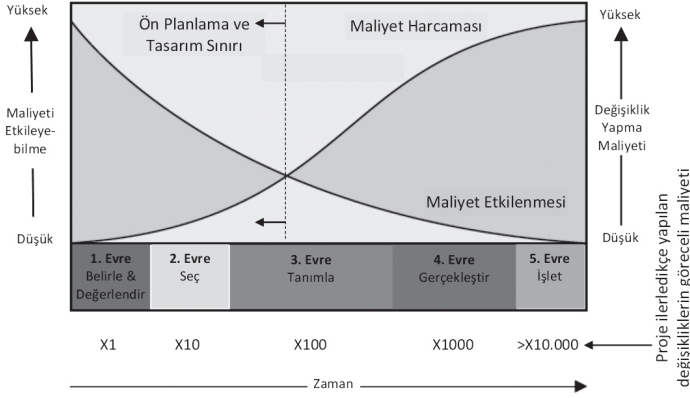
gelişmesi, suya ve enerjiye erişimi ve yiyecek güvenliği gibi konularda temel bir rol üstlenir; bu, aynı zamanda, sosyal katılım ve yaşam kalitesinin yükselmesi için de kritik bir öneme sahiptir. Sürdürülebilir ulaştırma için yeterli ve doğru kanalizasyon edilmiş kaynaklar ile yenilikçi finansman modelleri, bu potansiyeli hayata geçirmede önemlidir. Sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen çeşitli ulaşım çözümleri hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde uygulanmaktadır. Bu çözümler, bireysel taşıt kullanımına değil, insanlara, çevreye ve iklime odaklanan bir ulaşım paradigmasına yönelmeyi gerektirmektedir. Ulaştırma sistemlerindeki fosil yakıt tüketimi ve bağımlılığı azaltılmalı ve sübvansiyonlarına son verilmelidir. Bu dönüşüm, sera gazı salımlarını 2°C senaryosunda (küresel en yüksek sıcaklık artışı) belirlenen ölçek düzeyinde azaltmak için bir ön şart olarak görülmektedir. Sürdürülebilir ulaştırma sistemleri, ayrıca, iklim değişikliğine uyum ve kirlilik hedeflerine erişmemizi de sağlayacaktır (<https://sustainabledevelopment.un.org/>, Erişme tarihi: 07.08.2015).

Sürdürülebilirlik Başarımı için Projelendirme Süreçleri

Tüm mühendislik projeleri, altyapı inşaatları ya da hizmet sunumları, genel olarak dört temel evreden oluşur. Bu evreler, gerçekleştirme sırasına göre, planlama, tasarım, yapım ve işletim olmak üzere ayrılır, ancak ardışık evreler arasında, gereksinim duyulan düzeltmeler için kısmi örtüşmeler bulunabilir (Aguilar, 1973). Projenin özelliklerine ve boyutuna bağlı olarak, evrelerin önemi ve her biri için harcanan kaynak miktarı değişkenlik gösterebilir. Ön proje planlaması ve tasarımı (pre-project planning, PPP; front-end engineering design, FEED), genellikle hammadde işleme sanayinde kullanılan kavramsal proje geliştirme süreçleridir. Projenin ilk evrelerinde, tasarımı değiştirebilme olanağı büyük ve bu değişiklikleri gerçekleştirme maliyeti görece düşük olduğundan, bu çerçevede yapılan planlama ve tasarımın sağlıklı (robust) olduğu kabul edilir. Bu süreçte elde edilen stratejik bilgileri kullanan yatırımcı ya da karar verici, riskleri tanımlayarak alacağı kaynak tahsis kararlarında başarı şansını artırır (https://en.wikipedia.org/wiki/Front-end_loading, Erişme tarihi: 10.08.2015).

Çoğu mühendislik projesi, Şekil 1’de gösterildiği gibi, zaman sırasına göre; belirle ve değerlendir, seç, tanımla, gerçekleştir ve işlet olarak adlandırılan evrelere ayrılabilir. Bu evreler, genelde inşaat mühendisliği, özelde ulaştırma mühendisliği projeleri için de geçerlidir. Şekilde gösterilen evrelerin mühendislik projelerindeki evrelerle ilişkisi şöyle de kurulabilir.

1. **Evre – Belirle & Değerlendir:** Gereksinimleri sapta, bunları karşılayan **proje seçeneklerini** oluştur ve bu seçenekleri, belirlenen **başarım (performans) ölçütlerine** göre değerlendir/fizibilite çalışmalarını yürüt.
2. **Evre – Seç:** Değerlendirilen proje seçeneklerini başarımlı ölçütlerine göre **sırala** ve en iyi olanı **seç**.
3. **Evre – Tanımla:** En uygun olduğuna karar verilen seçeneği ayrıntılı olarak **tasarla**.
4. **Evre – Gerçekleştir:** Projenin inşaatını **gerçekleştir**.
3. **Evre – İşlet:** İnşaatı tamamlanan projeyi **hizmete al** ve **kullan**.



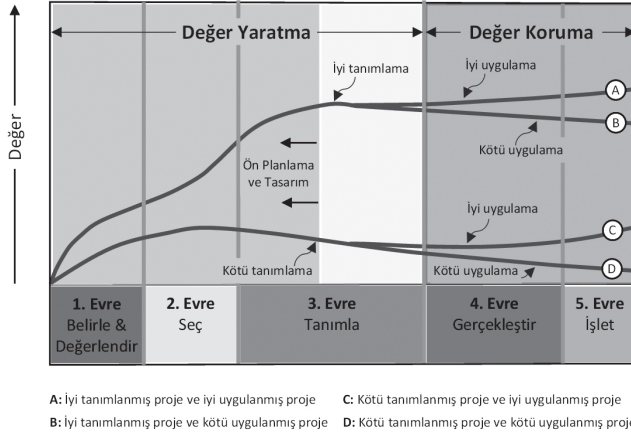
Şekil 1. Proje Omru Boyunca Toplam Maliyeti Etkileyebilme
(<http://www.inventum.co.uk/> adresinden uyarlanmıştır.)

Şekil 1’de gösterilen, fırsatları değerlendirme sürecindeki (Opportunity Realization Process, ORP) gibi, projenin çıktı değerlerini yükseltmek için en büyük fırsat potansiyeli proje sürecinin ilk üç evresinde bulunur. Bu evreler bir bütün olarak ön proje planlaması ve tasarımı (PPP) olarak adlandırılır. Bir projenin ön planlama ve tasarım sürecindeki işlerin kalitesine yeterli özen gösterilmezse, projenin hedeflenen işlevini yerine getiremeyeceğine kesin gözüyle bakılmalıdır. Projenin ilk evrelerinde görece az maliyet harcamasıyla yapılan değişikliklerin toplam proje maliyetini/çıktılarını etkileme potansiyeli yüksektir. Ancak, ilerleyen aşamalarda, özellikle tasarımın ilerleyen aşamalarında (3. Evre), hatta inşaat aşamasında (4. Evre) yapılan değişikliklerin maliyeti çok yüksek, bu karşın projenin toplam maliyetini/çıktılarını etkileme olanağı çok düşüktür. Burada söz edilen fırsatları ve maliyetleri, sırasıyla, toplumsal (sosyal) faydalar ve maliyetler olarak kabul etmek olanaklıdır. Maliyetler sadece inşa maliyeti olarak değil, yapının kullanım ve işletim evresinde (5. Evre) ortaya çıkan dışsal maliyetler (gürültü, hava kirliliği, iklim değişmesi, kazalar vd.) olarak da dikkate alınmalıdır. Dışsal maliyetler zamana yayılarak, projenin sürdürülebilir olmaktan çıkmasına yol açabilir. Böylece, sürdürülebilirliğin karşısı olan sürdürülemezlik durumu ile karşılaşmakta; ekonomik, sosyal ve çevresel etkilerin ve maliyetlerin sağlanan faydalardan çok daha fazla olduğu durum ortaya çıkmaktadır.

Şekil 2’de ön planlama ve tasarımın proje çıktıları üzerindeki etkileri gösterilmektedir. Geçmişte (ve hatta günümüzde) bir projenin amaçları dışında olumsuz sonuçlar doğurmasının, yapım evresindeki hatalardan kaynaklandığı düşünülmüştü. Ancak dikkatle incelendiğinde, yapım evresinde ortaya çıkan sorunların, çoğunlukla, projenin ilk üç evresindeki yetersiz hazırlıklardan kaynaklandığı anlaşılmıştır. Bunun başlıca nedenleri arasında, bu evrelerdeki çalışmalar için yeterli zaman ve kaynak tahsis edilmemesi, projenin amaç ve hedeflerinin yeterince açık tanımlanmamış olması, risklerin uygun şekilde ortaya konulup yönetilememesi ve ön planlama ve tasarım yaklaşımına yeterince önem verilmemesi gösterilebilir. Bütün bu anlatımlar, belirtilen yaklaşım için gereğinden çok zaman ve kaynak harcamasını değil, bu kaynakların zamanında ve yetkin bir şekilde kullanılması gerektiğini vurgulamak-

tadır. Şekildeki ilk üç evre, riskleri ve fırsatları dikkate alarak projeyle ilgili “değer yaratma”, son iki evre ise projenin yarattığı “değerleri korumaya” (gerçekleştirmeye) yöneliktir. Çeşitli düzeydeki değerler ile oluşturulan proje seçenekleri şekilde gösterilmiştir.

Şekil 2’de işaret edilen değer ölçüsü, ulaştırma projeleri için (benimsenen ekonomik, sosyal ve çevresel standartlara uygun) çeşitli sürdürülebilirlik ölçütleri olabilir. Ön planlama ve tasarım sürecinde geliştirilen proje seçeneklerinin özellikleri, sürdürülebilirlik ölçütlerini olumlu anlamda desteklediği ölçüde, yapım ve işletim evrelerinde bu değerler geliştirilerek korunabilir. Bu yaklaşımla, sürdürülebilir ulaştırma yapıları ve hizmetlerine erişilebilir.



Şekil 2. Ön Planlama ve Tasarımın Proje Çıktıları Üzerindeki Etkisi

(Bosch-Rekveltdt, 2011’den uyarlanmıştır.)

İnşaat Mühendisliği Programlarının Eğitim Planlarında Sürdürülebilirlik (Mevcut Durum)

Türkiye ve Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’ndeki üniversitelerin mühendislik programları MÜDEK (Mühendislik Eğitim Programları Değerlendirme ve Akreditasyon Derneği) tarafından değerlendirilmekte ve akredite edilmektedir. MÜDEK’in öngördüğü mühendislik lisans programları değerlendirme ölçütleri, genel anlamda, karmaşık mühendislik problemlerini ve sistemlerini analiz etme ve tasarlama bilgi, beceri ve davranışlarının (program çıktılarının) mezunlara kazandırılması ile ilgilidir (<http://www.mudek.org.tr/>, Erişme tarihi: 11.08.2015). Sürdürülebilir kalkınmanın ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri ile doğrudan ilişkili görünen çıktılar, belirtilen belgede şöyle tanımlanmıştır:

iii. Karmaşık bir sistemi, süreci, cihazı veya ürünü gerçekçi kısıtlar ve koşullar altında, belirli gereksinimleri karşılayacak şekilde tasarlama becerisi; ...

ix. Etik ilkelerine uygun davranma, mesleki ve etik sorumluluk bilinci; ...

x. ... sürdürülebilir kalkınma hakkında bilgi.

xi. Mühendislik uygulamalarının evrensel ve toplumsal boyutlarda sağlık, çevre ve güvenlik üzerindeki etkileri...

Yukarıda sıralanan bilgi, beceri ve davranış özellikleri, genel anlamda, “toplumsal gereksinimlerin etik kurallar ve sürdürülebilir etkiler dikkate alınarak karşılanması” şeklinde özetlenebilir.

Trafik mühendisliği ve planlaması konularında uzman İngiliz Stephen Plowden 1972 yılında yayımladığı *Trafiğe Karşı Şehirler (Towns against Traffic)* kitabında şu saptamaları yapar. Trafik mühendisliğinin geleneksel yaklaşımı, trafik talebinin tümünün karşılanması gerektiği yönündedir. Hâlbuki artan karayolu arzı, sürücülerin iştahını kabartıp otomobil talebini tetikler (Şahin, 2015).

Günümüzde ulaştırma planlamasının alışlagelmiş (geleneksel) yaklaşımı, yerini sürdürülebilir ulaştırma planlamasına bırakmaktadır. Yeni paradigma; planlama, politika ve hareketlilik yönetimini bir bütünlük içinde ele alır, ayrıca mevcut yapıların onarılması, canlandırılması ve yenilenmesi üzerinde durur. Çizelge 1’de alışlagelmiş ve sürdürülebilir ulaştırma planlaması yaklaşımları ana hatlarıyla karşılaştırılmıştır (Schiller ve diğ., 2010).

Ulaştırma planlamasındaki paradigma değişimi, sürdürülebilir ulaştırma projelerinin gerçekleştirilmesini önermektedir. Projelerin ön planlama ve tasarım ya da kısaca ön projelendirme evreleri, gereksinimleri karşılayacak sürdürülebilir proje seçeneklerinin geliştirildiği ve değerlendirildiği evrelerdir. Potansiyel proje seçeneklerinin ekonomik, sosyal ve çevresel etkileri, ön projelendirmede bütünlüklü bir şekilde ele alınarak, olumsuzluklara ilişkin riskler tanımlanır ve etkilerinin giderilmesi ya da azaltılması için öneriler geliştirilir. Bu evrede, planlama uzmanlarından beklenen; **yaratıcılıklarını kullanarak sürdürülebilir seçeneklerin ortaya çıkartılması** ve bunların **meslek etiği kurallarına uygun şekilde değerlendirilmesidir**.

Ulaştırmada sürdürülebilirlik konuları, planlamadan tasarıma ve yapımdan işletime kadar projelerin tüm evrelerinde bulunmaktadır. Ülkemizdeki inşaat mühendisliği lisans programlarının eğitim planlarındaki ulaştırma mühendisliği dersleri kapsamında, sürdürülebilirlik konuları henüz somut bir bileşen olarak yer almamaktadır. Ancak, ders yürütücüsünün tercihi doğrultusunda, kısmi değişimler olabileceği göz ardı edilmemelidir. Lisansüstü düzeyinde ise, seçmeli dersler kapsamında tekil örneklerle rastlanmaktadır. Sayıları oldukça az olan Türkçe ulaştırma mühendisliği ders kitaplarında, sürdürülebilir ulaştırma kavramı neredeyse hiç yer almamaktadır. Bir yanda tüm dünyada ve ülkemizde sürdürülebilirlik farkındalığı artarken, inşaat mühendisliği eğitiminin bu gelişmelerin dışında kalması düşünülemez. Ülkemizdeki inşaat mühendisliği eğitim planlarındaki ulaştırma derslerinin içerikleri, bu bakımdan gözden geçirilmeli, gerektiğinde yeni ders seçenekleri geliştirilmeli; ayrıca, ders kitapları da bu paralelde yenilenmeli ve çeşitlendirilmelidir.

Çizelge 1. Alışlagelmiş ve sürdürülebilir ulaştırma planlamasının karşılaştırılması (kısaltılmış)

Alışlagelmiş (Geleneksel) Ulaştırma	Sürdürülebilir Ulaştırma
Hareketlilik ve nicelik üzerinde durulur (daha çok, daha hızlı)	Erişilebilirlik ve nitelik üzerinde durulur (daha yakın, daha iyi)
Bir tür üzerinde durulur (tek türülük, otomobilleşme)	Çoğulluk üzerinde durulur (çok türülük)
Ulaştırma türler arasında iyi bağlantılar pek yoktur	Ulaştırma türler arası bağlantılar öne çıkar (türler arası aktarma)
Bireysel/toplumsal eğilimleri dikkate alır	Zararlı eğilimleri durdurup, tersine çevirme yaklaşımını benimser

Planlar ve inşaatlar “beklenen” talep tahminlerine dayanır (öngör ve altyapı inşaat)	Tercih edilen gelecekte planlama ve altyapı sunumuna tersten yönelir (danış ve karar ver)
Yolculuk talebine karşılık yolları genişletir	Ulaştırma veya hareketlilik talebini yönetir
Sosyal ve çevresel maliyetlerin çoğunu göz ardı eder	Tüm maliyetleri planlama ve altyapı sunumuna dâhil eder
Ulaştırma planlaması çoğunlukla yalıtılmış olup, çevresel, sosyal ve diğer planlama alanlarından kopuktur	Ulaştırmayı diğer ilgili alanlarla birlikte ele alan bütünsel planlama vurgulanır

Sürdürülebilir Ulaştırmada Somut Ölçütler

Sürdürülebilir ulaştırmaya ilişkin çeşitli hedef, amaç ve başarımlar (performans) ölçütleri ya da göstergeleri önerilmektedir (Litman, 2015; Muench ve diğ., 2012; Jeon ve Amekudzi, 2005). Bu hedefleri (ve ölçütleri) projelendirmenin çeşitli evreleri ile ilişkilendirmek, hangi hedefin proje geliştirmenin hangi evrelerinde ele alındığını belirlemek olanaklıdır. Çizelge 2’de sürdürülebilir ulaştırma hedeflerinin ele alındığı düşünülen proje evreleri işaretlenerek gösterilmiştir. Birden çok evrede dikkate alınan hedeflere ilgili evrelerin katkısı farklı düzeylerde olabilir. Çizelgedeki işaretler, ön planlama ve işletim evrelerinde, sürdürülebilir ulaştırma hedeflerinin hemen tümüne erişimde etkili olduğunu göstermektedir. Bu inceleme, ön planlamanın ve bu evrede alınan kararların, sürdürülebilir proje hedefleri (proje çıktıları ya da işletim sonuçları) üzerinde büyük ölçüde etkili olduğunu göstermektedir. Tasarım ve yapım evreleri, projenin gerçekleştirilmesi süreçleriyle doğrudan ilgili hedeflere erişilmesine hizmet etmektedir.

Çizelge 2. Sürdürülebilir Ulaştırma Hedeflerinin Proje Evreleri ile İlişkileri

Hedefler	(Ön) Planlama	Tasarım	Yapım	İşletim
Ekonomik verimlilik	✓	✓	✓	✓
Ekonomik gelişme	✓			✓
Enerji verimliliği	✓	✓	✓	✓
Ödenebilirlik	✓			✓
İşletim verimliliği	✓			✓
Eşitlik / Hakkaniyet	✓			✓
Güvenlik, emniyet ve sağlık	✓	✓	✓	✓
Toplumsal gelişme/birliktelik	✓			✓
Tarihi mirasın korunması	✓	✓	✓	✓
İklim dengesi	✓			✓
Hava kirliliğinin önlenmesi	✓		✓	✓
Gürültünün önlenmesi	✓		✓	✓
Su kirliliğinin önlenmesi	✓	✓		✓
Açık alanların ve biyoçeşitliliğin korunması	✓	✓		✓
İyi planlama	✓			✓
Verimli fiyatlandırma	✓			✓

Ulaştırma projelerinin sürdürülebilirlik başarımı için önerilen çeşitli değerlendirme yöntemleri vardır. Başarımın sayısallaştırılması yoluyla somut değerlendirmeler yapılabilenkte, projelerin sürdürülebilirlik ya da sürdürülemezlik puanları hesaplanabilmektedir (Tanguay ve diğ., 2010).

Daha sürdürülebilir ulaştırma sistemleri yaratmanın ardında, kamu kaynaklarının varlığı, uzak görüşlü liderlik ve kamuoyunun beklentileri gibi önemli itici güçler bulunduğu belirtilmektedir (Jaynes ve diğ., 2012). ABD Federal Karayolları İdaresi, FLH (The Federal Lands Highway) Programı kapsamında, ilgili kurumların stratejik sürdürülebilir değerlerini dikkate alan yıllık 1 milyar dolar bütçeli bazı karayolu tasarım ve yapım projelerini desteklemiştir. Çalışmada desteklenen 7 proje Greenroads (www.greenroads.org) adı verilen bir sürdürülebilirlik puanlama sistemine göre proje bazında değerlendirilmiştir (Muench, 2012). Diğer taraftan, ters U biçimindeki Çevresel Kuznet Eğrisi, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, kişi başına yıllık ortalama gelir ve kentiçi ulaşırmadan kaynaklanan egzoz salımları arasındaki ilişkiyi ortaya koyar. Gözlenen gelir seviyelerinde, salımların önce arttığı sonra azalma eğilimine girdiği saptanmıştır (Liddlea, 2015). Ulaştırma projeleri için sürdürülebilirlik ölçütlerinin belirlenip uygulanması, bu beklenen eğilimin olumsuz etkilerini azaltma potansiyeline sahiptir.

Sürdürülebilir Ulaştırmanın Eğitim Planlarına İşlenmesi

İçinde bulunduğumuz zaman diliminde, ülkemizin gündeminde tartışılan, diğer taraftan inşaatı süren çeşitli ulaştırma projeleri bulunmaktadır. Bu projelerden bazıları şunlardır: 3. Boğaz Köprüsü ve Kuzey Marmara Otoyolu, 3. Havalimanı (İstanbul), Kanal İstanbul, Yeşil Yol (Karadeniz), Avrasya Tüneli (İstanbul), Gebze–İzmir Otoyolu, Karadeniz Sahil Yolu. Bu projelerin ortak yönleri, rant odaklı olmaları ve sürdürülebilirlik ilkeleriyle uyumlu olmayan özellikler taşımalarıdır. Dünyada kalkınmaya karşı çıkan kesimler bulunabilir; bu kesimlerin görüşlerine sempati duyabiliriz ya da karşı çıkabiliriz. Ancak, çoğunluğu temsil ettiğini düşündüğümüz kalkınma yanlılarının, karar vericilerin altyapı proje önerilerine ve bunları gerçekleştirmelerine, gözü kapalı destek vermesini beklemek, günümüzün demokratik, özgürlük yanlısı ve farkındalık özellikleri gelişmiş toplumlarında olanaksızdır. Kalkınma yanlıları, altyapı projelerinin bilim, akıl, sürdürülebilirlik ve etik kurallar süzgecinden geçirildikten sonra, uygun olanların inşa edilmesini talep etmektedir. Bu talepte yanlış bir taraf yoktur. Bugün sahip olduğumuz teknik ve teknolojiler, bu özelliklere sahip projeler üretebilmeyi olanaklı kılmaktadır; yeter ki, bu tür projelerin geliştirilmesi için uygun yer ve zamanda gerekli çalışmalar yapma olanağı yaratılsın. Çoğunlukla politikacı olan bir kısım karar vericiler, kestirmeden giderek, teknik olarak yapılabilir tüm proje seçeneklerinin uygulanabileceğine kendilerini inandırmışlardır. Günümüzdeki teknik olanaklarla, (yatırım ve/veya toplumsal) maliyeti yüksek de olsa, birçok akıl dışı ve sürdürülebilmesi olanaksız projeyi hayata geçirmek olanaklıdır. Ama bu projeler kimin işine yarayacak, toplumun hangi gereksinimlerini karşılayacaktır?

Sürdürülemez inşaat mühendisliği ya da ulaştırma projelerinin önüne geçmenin önemli araçlarından biri, bu tür projeleri üreten ve uygulayan inşaat mühendislerini uygun bilgi, beceri ve davranış özellikleriyle donatmaktır (Barlas, 2009). Ulaştırma projelerinin çeşitli

evrelerinde görev alacak inşaat mühendisliği mezunlarının sahip olması beklenen özellikler, lisans ve lisansüstü düzeyindeki eğitim planlarının ulaştırma ders/uygulama bileşenleri aracılığıyla kazandırılabilir. Lisans düzeyinde tasarım ve yapım konularına ağırlık verilirken lisansüstü düzeyde ise planlama ve işletim konularına ağırlık verilebilir. Ulaştırma mühendisliği eğitimindeki yaygın yaklaşım da bu şablona uygundur. Ülkemizdeki mühendislik programlarının akreditasyonu çalışmaları, eğitim planlarının sürdürülebilirlik boyutunun geliştirilmesi için programları teşvik etmede önemli katkılar sağlayacaktır.

Sürdürülebilir kalkınma için sadece mühendislerin farkındalıklarının artırılması ve çabası yeterli değildir. Kamudan özel sektöre karar vericilerin, bürokratların, iş sahiplerinin kısacası tüm paydaşların bu süreçte yapıcı ve kolaylaştırıcı rol almaları gerekmektedir. Bu bakımdan, bu kesimlerin de konuyla ilgili bilgi ve bilinç düzeylerinin artırılması gereklidir (Bilec ve diğ., 2007). Sürdürülebilir kalkınmada inşaat mühendislerinin işlevi çeşitli çalışmalara konu olmuş ve bu işlevin nasıl gerçekleştirilebileceği hakkında çeşitli öneriler geliştirilmiştir (ASCE, 2014; Şahin, 2010).

Sonuçlar ve Öneriler

İnşaat mühendisliği eğitim planlarının ulaştırma mühendisliği bileşeni, inşaat mühendisliği uygulamalarının sürdürülebilir ilkelere uygun olarak yapılabileceğinin mühendis adaylarına anlatılabileceği en uygun bileşenlerden biridir. Özellikle kara ulaştırma sistemleri ağ yapısına sahip olduğundan coğrafi kapsamı oldukça geniştir. Bu özelliği nedeniyle, bu yapıların etki alanı büyük, doğa ve insan üzerindeki etkileri çeşitlidir. Diğer tüm faaliyet alanlarında olduğu gibi, ulaştırma faaliyeti de, insanların kısıtlı doğal kaynakları tüketmesini gerektirir. Etkinliklerde harcanan kaynakların tüketim oranı, doğanın kendini yenileyebilme (yeniden üretebilme) oranından (kapasitesinden) büyük olmamalıdır. Aksi halde (ya da yenilenemeyen kaynakların tüketilmesi halinde), doğada geri döndürülemez kayıpların meydana gelmesi kaçınılmazdır. İklim değişiminin göstergeleri başta olmak üzere, çeşitli doğa bileşenlerinin (ormanlar, akarsular, sulak alanlar, tarım arazileri vd.) ulaştırma ya da başka gereksinim karşılama gerekçeleriyle tahrip ya da yok edilmesi, kötüye gidişin, tüketirken tükenmenin somut kanıtlarıdır. Bu olumsuzlukları azaltmak amacıyla, inşaat mühendisliği eğitim planlarının ulaştırma bileşeni aracılığıyla, mezunlara aşağıdaki mesleki etkinliklere ilişkin somut bilgi, beceri ve davranış özellikleri kazandırmak olanaklıdır. Üniversiteler kendi özgün anlayışlarına uygun yöntemler kullanarak, bu amacı gerçekleştirebilirler.

- Toplumun kısa, orta ve uzun vadede sorunlarını ve gereksinimlerini saptayıp tanımlamak.
- Bu gereksinimleri karşılamak üzere bilimsel ve akılcı çıkarım yöntemlerini kullanarak sorunlar ve gereksinimler için yaratıcı çözüm seçenekleri üretmek.
- Ortaya konulan seçenekleri sürdürülebilirlik hedeflerine göre etik kurallar çerçevesinde bütüncül olarak incelemek ve değerlendirmek.
- Paydaşların üzerinde anlaştıkları, gerçekleştirilmesine karar verilen seçeneği takım çalışmasıyla uygun yöntem ve teknolojileri kullanarak tasarlamak,
- Kesin tasarımın sahada imalatı sırasında sosyal ve çevresel etkiler ile malzeme ve enerji kullanımına sürdürülebilir ilkeler çerçevesinde özen göstermek.
- Gerçekleştirilen ulaştırma yapısının hizmet sunumu sırasında yine kaynak kullanı-

mı ile sosyal ve çevresel etkilerin sürdürülebilirlik ölçütleriyle uyumlu olmasına özen göstermek.

Yukarıda sayılan bilgi, beceri ve davranış özellikleri, inşaat mühendisliği mezunlarına, teorik dersler, uygulamalı tasarım dersleri ve laboratuvar derslerinde uygun içerik ve derinlikte kazandırılabilir. Lisans programlarının ilk yıllarında farkındalık yaratan, sonrakilerde uygulama becerileri kazandıran ders bileşenleri ile desteklenerek bu hedefe ulaşılabilir. Lisans düzeyinde geniş kapsamda kazandırılan asgari özellikler, lisansüstü düzeyinde uzmanlık alanlarına göre derinleştirilebilir. Sürdürülebilir kalkınma ve ulaştırma konularında dünyada henüz standart bir eğitim planı bulunmamakta, çeşitli öneriler bilimsel platformlarda dile getirilmektedir. İnşaat mühendisliği bölümlerinin öneriler geliştirerek ve uygulamalar yaparak bu çabalara katkı sağlaması gerekmektedir.

Kaynaklar

- Aguilar, R. J. (1973) *Systems Analysis and Design in Engineering, Architecture, Construction, and Planning*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, N.J.
- ASCE (2014) 2014 – 2015 Policies and Priorities. *The Role of the Civil Engineer in Sustainable Development (PS 418)*, American Society of Civil Engineers, ASCE Washington Office, Washington, D.C., ABD.
- Barlas, L. (2009) İnşaat Mühendisliği Eğitiminde Sürdürülebilir Gelişim Kavramı. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası, Antalya Şubesi, 6-8 Kasım, Antalya.
- Bilec, M., R. Ries ve H. S. Matthews (2007) Sustainable Development and Green Design—Who Is Leading the Green Initiative? *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, Cilt October, s. 265-269.
- Bosch-Rekvelde, M. (2011) *Managing Project Complexity. A Study into Adapting Early Project Phases to Improve Project Performance in Large Engineering Projects*. The Hague, the Netherlands.
- Brundtland, G. H. (1987). *Our common future: Brundtland-report*. Oxford University Press, Oxford.
- Jaynes, C., T. Lethco, Y. Khuong ve V. Riscica (2012) Looking Back and Moving Forward, *Creating a Legacy of Sustainable Transportation in an Evolving Field*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2271, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., s. 1–8.
- Jeon, C. M. ve A. Amekudzi (2005) Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics. *Journal of Infrastructure Systems*, Vol. 11, No. 1, s. 31-50.
- Liddlea, B. (2015) Urban Transport Pollution: Revisiting the Environmental Kuznets Curve. *International Journal of Sustainable Transportation*, Cilt 9, Sayı 7, s. 502–508.
- Litman, T. (2015) *Well Measured, Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute, Kanada.
- Muench, S. T., A. Armstrong ve B. Allen (2012) *Sustainable Roadway Design and Construction in Federal Lands Highway Program*. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2271, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., s. 19–30.
- Schiller, P.L., Bruun E.C. ve Kenworthy J.R. (2010) *An Introduction to Sustainable Transportation – Policy, Planning and Implementation*. Earthscan Ltd. UK.

Şahin, İ. (2015) Ulaştırma Planlaması ve Yatırımları Sorunsalı–İstanbul’un Yaka Geçişleri Örneği”, Çağrılı Konuşma, 11. Ulaştırma Kongresi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi, 27 – 29 Mayıs, Bildiriler Kitabı, 13-25, ISBN: 978-605-01-0722-7, İstanbul.

Şahin, N. (Editör) (2010) İnşaat Mühendisliği İçin 2025 Vizyonu. Marmara Çalışanlar Federasyonu. (The American Society of Civil Engineers (ASCE)’nin izni ile basılmıştır.)

Tanguay, G. A., J. Rajaonson, J-F. Lefebvre, ve P. Lanoie (2010) Measuring the Sustainability of Cities: An Analysis of the Use of Local Indicators. Ecological Indicators, Cilt 10, s. 407–418.