



## İnşaat Sektöründe Su Kaynaklarının Verimli Kullanılmasına Yönelik Strateji Önerileri

Begüm SERTYEŞİLİŞİK<sup>1</sup>, Egemen SERTYEŞİLİŞİK<sup>2\*</sup>

1Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

2Misafir Öğretim Üyesi, Mimarlık Bölümü, Mimarlık Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

\*Sorumlu Yazar:

E-posta: egemens@alumni.bilkent.edu.tr

Geliş Tarihi: 15 Haziran 2017

Kabul Tarihi: 23 Haziran 2017

### ÖZET

Dünyadaki tatlı su miktarı kısıtlı olduğundan, insanların kullanabileceği su miktarı azalmaktadır. Dünya nüfusunun önemli bir bölümü içme suyuna sahip değilken, daha büyük bir kısmı sağlıklı suya erişememektedir. Nüfusun ve kişi başı ortalama su tüketiminin artması, su kaynakları üzerine baskı oluşturmaktadır. Bu durum, dünya genelinde su kaynaklarının verimli kullanılması için sektörler arası iş birliğini ve strateji geliştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Türkiye’de de su kaynaklarının kullanım etkilerini verimliliğini arttıracak şekilde sektörler (inşaat, tarım, üretim sektörleri başta olmak üzere) ve disiplinler arası, politik ve ticari boyutları içeren strateji önerilerinin geliştirilmesi önemlidir. Bu çalışmada, kaynak taraması ile inşaat sektörü alanında su kaynaklarının verimliliğinin artırılmasına yönelik strateji önerileri geliştirilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** strateji, sektörler arası strateji, su kıtlığı, inşaat sektörü, politika, ticaret

## Strategy Recommendations for The Efficient Use of Water Resources in the Construction Industry

### Abstract

Since the amount of fresh water in the world is limited, the amount of water that people can use is being reduced. While important share of the world’s population does not have drinking water, a larger part can not access healthy water. The increase in population and average water consumption per capita put pressure on water resources. This emphasizes the importance of developing inter-sectoral business cooperation and strategy for efficient use of water resources around the world. In Turkey, it is also important to develop proposals for strategies that include sectors (mainly construction, agriculture, manufacturing) and interdisciplinary, political and commercial dimensions, so as to increase the efficiency of use of water resources. In this study, based on the literature review, the strategy recommendations for enhancing efficient use of water resources in construction industry will be developed.

**Keywords:** strategy, intersectoral strategy, water scarcity, construction sector, policy, trade

### GİRİŞ

Su kaynaklarının önemi suya olan talebin artması ve su kaynaklarının azalması ile zamanla artmaktadır. 2050 yılına kadar dünya nüfusunun 10 milyara yaklaşması [10] ile su kaynaklarına olan talebin %55 artması beklenmektedir [12] p.1. Suyun yaşam için hayati önemi olduğu düşünüldüğünde su yönetiminin hem küresel düzeyde hem de ülke ve sektörler düzeylerinde etkin kullanımının sağlanmasının gerekliliği görülmektedir. Türkiye’deki üretimin ve tüketimin %80’i iç su kaynaklarına dayanmakta ve kişi başına düşen tatlı su miktarı 1.519 m<sup>3</sup>/kişi/yıl olup Türkiye’nin 2030 yılında su sıkıntısı çeken ülke olacağı tahmin edilmektedir [13]. Bu durum, Türkiye’de su kullanımının verimliliğinin artırılması gerekliliğini göstermektedir.

Su verimliliğini arttırabilmek için su ayak izinin tüm sektörlerde azaltılması önemlidir. Su ayak izi, bireyin veya toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan veya üreticinin mal ve hizmet üretimi için kullandığı toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır [11]. Su ayak izi mavi, yeşil ve gri su ayak izinden oluşmaktadır. Mavi su ayak izi yüzey ve yeraltı tatlı su kaynaklarına olan su ayak izini, yeşil su ayak izi yağmur sularına olan su ayak izini ve gri su ayak izi kirli sulara olan su ayak izini ifade etmektedir

[13]. Yeşil ve mavi suya dayanan tarım sektörü ekonomimizde önemli bir yere sahip olup Türkiye’de üretimin su ayak izinin yaklaşık olarak %90’ını oluşturmaktadır [13]. Türkiye’de su verimliliğini arttırabilmek için sektörler ve disiplinler arası, politik ve ticari boyutları içeren strateji önerilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, kaynak taraması ile inşaat sektörü alanında su kaynaklarının verimliliğinin artırılmasına yönelik strateji önerileri geliştirilecektir.

### İNŞAAT SEKTÖRÜ

İnşaat sektörünün ekonomimiz içerisindeki doğrudan payı %8, dolaylı payı ise %30 civarındadır [6]. İnşaat sektörü üretim süreci ve çıktıları ile çevre ayak izi büyük olan bir sektördür. Binalar enerjinin ve su kaynaklarının yaklaşık olarak %50’sini kullanmaktadır [2] p. 369. Bütün üretim süreçlerinin suya dayalı olduğu gibi inşaat süreci ve inşaat malzemesi üretim sürecinde suya dayalıdır. İnşaat sektörünün su ayak izinin azaltılması Türkiye’deki su verimliliğine katkıda bulunacaktır.

İnşaat sektöründeki firmaların üst yönetiminin firmaların, üretim sürecinin ve ürünlerin su ayak izini azaltma konusunda kararlı olmaları, bu konuyu stratejik planlarına firma kültürüne aktarmaları su ayak izini azaltma konusunda

başarıyı arttırabilemelerine katkı sağlayabilecektir. Bununla birlikte, inşaat firmalarımız ve inşaat malzemesi üreten firmalarımızın etik kurallarını oluşturmaları su verimliliklerini arttırmada katkıda bulunabilecektir. Bununla birlikte, inşaat firmalarının ve inşaat malzeme üreticilerinin su ayak izlerini azaltmak sadece maddi ve hukuki bir gereklilik olmaktan öte, sosyal sorumluluk gereğidir. Firmaların kendi su ayak izi etkilerini azaltmanın ötesine geçerek, su kaynaklarının sürdürülebilirliği amacıyla karar vericiler, diğer şirketler, akademisyenler ve sivil toplum kuruluşlarıyla ortak çalışmalar yürütmelidirler [13].

İnşaat firmalarının ve inşaat malzemesi üretimi yapan firmaların su ayak izlerini azaltabilmeleri için ISO 14046 [8] su ayak izi standardına uygun hareket etmeleri faydalı olabilir. ISO 14046 ürünlerin, süreçlerin, ve organizasyonların şeffaf, tutarlı ve inandırıcı değerlendirme ve raporlanmasında kullanılmasını hedeflemektedir [8]. Standarda göre; su ayak izi değerlendirilmesi ham madde tedarikinden nihai imha işlemine kadar olan bütün aşamalarda su tüketimini dikkate alınmalıdır [8].

İnşaat sektöründeki su ayak izinin azaltılması için yapılabilecekler inşaat firmalarının, inşaat malzeme firmalarının, müşterilerin ve hükümetlerin inşaat sektörünün su ayak izini azaltmak için yapabilecekleri başlıkları altında incelenmiştir.

#### **İnşaat Firmalarının Su Ayak İzini Azaltmak Üzere Yapılabilecekler**

Su ayak izini azaltabilmek üzere, inşaat firmalarının yapabileceklerini inşaat proje yönetimi süreçlerinin inşaat öncesi, inşaat ve inşaat sonrası aşamaları halinde anlatılmıştır.

##### *İnşaat öncesi safha:*

Tasarım aşamasında inşaat ve inşaatın kullanım süreçlerinde su ayak izini en aza indirecek kararlar verilmesi önemlidir. Binada kullanılan malzemelerin hayat döngüleri boyunca sahip oldukları çevresel ayak izi malzeme seçiminde kriter olarak değerlendirilmelidir. Malzemelerin su ayak izleri gözönünde bulundurularak malzeme seçimi yapılması önemlidir. "İngiltere çimento sanayii, Çimento Sanayii Sürdürülebilir Yapı Stratejisi,- 'Concrete Industry Sustainable Construction Strategy'de şu ifadeler yer almaktadır; "... 2004 yılında yapılmış bir araştırma tipik bir Avustralya konutunun yaklaşık 15 yıl değerinde faaliyet suyunu temsil ettiğini tahmin etmektedir. Bu çalışma bir kilo betonun yaklaşık iki litre su taşıdığını, bir kilo kerestenin ise 20 litre, bir kilogram çeliğin yaklaşık 40 litre, bir kilogram alüminyumun 88 litre ve bir kilogram plastiğin ise 185 litre su gerektirdiğine dayanmaktadır. Su tüketiminin azaltılması ve su verimliliğinin iyileştirilmesi yapılarda sürdürülebilir su yönetimine yönelik önemli bir adımdır." [1]. Binanın kullanım süreci boyunca bakım onarım kapsamında malzemenin değiştirilmesi ihtiyacı ve sıklığı malzemenin su ayak izini etkileyeceğinden malzemenin binanın kullanım süreci boyunca değiştirilme sayısı malzeme seçiminde dikkate alınmalıdır.

Binanın kullanım aşamasında su ayak izini azaltabilmek için tasarım aşamasında su armatürlerinin suyu verimli kullanımı sağlayacak şekilde olan modellerinin seçimi ve yağmur suyunun bahçe sulama amaçlı kullanımını sağlayacak şekilde tasarımı yapılması önemlidir. Bir projede su kullanım verimliliği arazide verimli su kullanımı, binalarda su verimliliği ve atık su geri dönüşümü ile arttırılabilir [9] pp. 53-56. Tasarım ekiplerinin önceki projelerden elde

ettikleri su ayak izi veri tabanlarından binanın ortalama m2 sine düşen su ayak izi bilgisini tahmin edebilmeleri faydalı olacaktır. Ancak şu aşamada, birim alan başına kullanılan su miktarı halen dokümanede edilmemiştir [1].

Şantiyede çalışan tüm altyüklenicilerin ve şantiyeye malzeme sağlayan tüm tedarikçilerin su ayak izlerinin analiz edilmesi önemlidir. Firmaların kendi faaliyetlerinin ve tedarikçilerinin su ayak izini azaltılması gerekirse tedarikçileri değiştirmesi, daha iyi kontrol etmesi ve bu konuda iş birliği yapması önemlidir [3], [5]. Firmalar, tedarik zincirleri boyunca su kullanım miktarını, bunun etkisini ve risklerini belirlemelidir [13]. Tedarik zinciri oluşturulurken ihale sürecinde altyüklenicilerin ve tedarikçilerin su ayak izi performansının da dikkate alınmasında fayda vardır. Böylece tedarik zincirinde yer alan tüm firmalar su ayak izlerini düşürmek için çaba göstermeye motive edilmiş olabilirler. Tedarik zincirine girememiş firmalar da ileriki projelerde edarik zincirinde yer alabilmek için su ayak izlerini düşürmeye çalışabilirler. Partnering tipi sözleşme stratejisi tedarik zincirinde bulunan başarılı firmalar ile diğer projelerde iş birliği yapma ihtimalini yükselttiği için tedarik zincirinde yer alan firmaların su ayak izlerini azaltmaları için gerekli altyapıya yatırım yapmalarını destekleyecektir. Bununla birlikte, ana firma tarafından tedarik zincirindeki firmalara su ayak izlerini azaltmak için eğitim ve kitapçıkların verilmesi tedarik zincirinde su verimlilik performansını arttırmaya katkıda bulunabilir. Tedarik zincirinin yalın ve sürdürülebilir olması da su ayak izini azaltmada katkıda bulunabilir.

Şantiyede su verimliliğini arttıracak şekilde şantiye yerleşim planını yapmak da inşaat öncesi aşamada inşaat aşamasının su ayak izini azaltmada etkili olabilir.

##### *İnşaat safhası:*

Şantiyede görev alan tüm işçilere sürdürülebilirlik eğitimi verilerek çalışmaları boyunca su ayak izi dahil olmak üzere çevresel ayak izini azaltmada yapabilecekleri katkı hakkında bilinçlenmeleri sağlanmalıdır.

Ana firma, tedarik zincirindeki firmalardan su ayak izini belli seviyeye düşüremeyenlerin ve su verimliliği performansı kötüye gidenlerin tedarik zincirinden düşürülmesi de firmaların su verimliliği performansını arttırabilecektir. Yapılan işin doğru yapılması ve şantiyede malzeme israfının önlenmesi de projenin ve ilgili işi yapan alt yüklenicinin su ayak izi performansını etkileyecektir. İnşaatın kontrolü bu nedenle su ayak izi performansında önemlidir.

İş değişikliği talebi yapılan işlerin yıkılmasını gerektirebileceğinden mümkün olduğu kadar iş değişikliği taleplerini (su ayak izini düşürmek üzere olanlar haricinde) azaltmak su ayak izini azaltmaya katkıda bulunabilir. İş değişikliği talebine neden olabilecek kontrol altında olabilen faktörlerin en aza indirilmesi (tasarım hataları gibi) önemlidir. Bu nedenle, tasarım safhasında hata olmamasına, tasarımda yer alan tüm disiplinlerce tasarımın kontrol edilmesi, bütçenin gözden geçirilmesi ve tasarım sürecine iş sahibini mümkün olduğu kadar dahil edilmesi faydalı olacaktır.

Şantiyedeki inşaatın ve tedarik zincirinin yalın ve sürdürülebilir olması inşaat sürecinin su ayak izinin azaltılmasına katkıda bulunabilir.

Şantiyede kullanılan yeşil, mavi ve gri su tiplerinin faaliyetlere göre optimize edilerek kullanılması şantiyenin su ayak izini azaltmaya katkıda bulunabilir. Bu bilginin de şantiye yönetim planında yer alması faydalı olur.

*İnşaat sonrası safha:*

Binanın su sisteminin düzenli kontrol edilerek su sızmalarından kaynaklanan su ayak izini engellemek gereklidir. Kullanım aşamasında binayı kullanan kişilerin suyu verimli kullanarak bina kullanım aşamasında su ayak izini azaltmaları gereklidir. Bina düzenli bakım ve onarımı malzemelerin gereksiz değiştirilmesini ve su ayak izinin artmasını etkileyebilir.

**İnşaat Malzeme Firmalarının Su Ayak İzini Azaltmak için Yapılabilecekler**

Firmaların üretim tekniklerinin ve süreçlerinin su ayak izini azaltacak şekilde iyileştirilmesinin sağlanması önemlidir. Araştırma ve geliştirme ile ürünlerin dayanıklılıklarının ve su ayak izlerinin azaltılmasının sağlanması amaçlanabilir. Ürünlerin dayanıklılığının artması ürünlerin binalarda kullanım safhasında değiştirilme ihtiyacını azaltarak su ayak izinin azaltılmasına katkıda bulunabilecektir. Ürünlerin malzeme miktarını azaltarak, dematerialization artırılarak, da ürünlerin üretiminde kullanılan malzeme miktarı ve su ayak izi azaltılabilir.

Üretimin yalın ve sürdürülebilir olması üretim sürecinde hata payının mümkün olan en az seviyeye indirilmesi ve hem yalın hem sürdürülebilirlik prensiplerine göre atık seviyesinin en aza indirilmesi üretimin su ayak izini azaltmaya katkıda bulunabilir. Örneğin, üretim yerinin hammadde temini ve diğer üretim için gerekli malzemelere yakınlığı taşıma ihtiyacını etkilemesi dolayısı ile sadece karbon salınımını değil enerji üretimi için gereken su ayak izini en aza indirebilmek için önemlidir. Üretimde toplam kalite prensiplerinin kullanılarak kontrol ile yanlışların yapılmadan önlenerek malzeme ziyanının ve su ayak izinin artmasının önüne geçilebilir.

Firmaların tedarik zincirlerini belirlerken firmaların su ayak izi performansını gözönünde bulundurmaları önemlidir [3], [5], [13]. Kullanılan yeşil, mavi ve gri su tiplerinin faaliyetlere göre optimize edilerek kullanılması firmanın su ayak izini azaltmaya katkıda bulunabilir.

Ürünlerin su ayak izlerinin belirtilmesi, ürün etiketlemesi, endüstrinin sertifikasyonu, su ayak izinin raporlanması suyun kullanımında verimliliği artırabilir [5].

Her malzeme sektörü için İngiltere çimento sanayinin üzerinde anlaşmaya vardığı, Çimento Sanayi Sürdürülebilir Yapı Stratejisi, 'Concrete Industry Sustainable Construction Strategy' gibi strateji oluşturulması faydalı olacaktır.

**Müşterilerin İnşaat Sektörünün Su Ayak İzini Azaltmak için Yapılabilecekleri**

Müşteriler su kullanımını azaltarak ve su ayak izi küçük ürünler seçerek, iş dünyasından üretim şeffaflığı ve hükümetlerden düzenleme yapılmasını talep ederek su ayak izlerini azaltabilir [4], [5]. Müşterilerin su ayak izi düşük ürünleri tercih etmeleri arzın da su ayak izini düşürmesine gayret göstermesini sağlamada önemli rol oynayacaktır. Bu kapsamda, müşterilerin ürünler arasında seçim yaparken bilinçli tercih yapabilmeleri önem kazanmaktadır. Kamunun su ayak izinin önemi hakkında bilinçlendirilmesi hem ürün alırken bilinçli olmaları için hem de ürünü/binayı kullanım aşamasında suyu verimli kullanmalarına katkı yapabilir. Müşterilerin hükümetler, iş dünyası ve tedarik zinciri üzerinde su kullanımını etkileri konusunda baskı yapmaları su ayak izinin azaltılmasında olumlu etki yapabilir [4], [5]. Talebin su ayak izi düşük ürünleri almalarını teşvik etmek üzere vergi indirimi gibi teşvikler yapılabilir.

**Hükümetlerin İnşaat Sektörünün Su Ayak İzini Azaltmak için Yapılabilecekleri**

İklim Değişikliği İçin Ulusal Eylem Planı ve Ulusal Su Politikası oluşturulması sektörlerin su ayak izinin azaltılmasına katkı yapabilir. Rekabet üstünlüğüne sahip sektörler için su kaynaklarına bağlı risklerin incelenmesi, zarar görmüş tatlı su ekosistemlerinin rehabilitasyonunu sağlamak da politik düzeyde yapılabilecek katkılar arasındadır [13]. Hükümetler, ulusal su politikası oluşturulmasına su ayak izi tespitini dahil etmek, su ve diğer hükümet politikaları arasında bağ kurulmasını sağlamak ve kamuda su ayak izini azaltmak konusunda etkili katkı yapabilirler [3], [5]. Ulusal kalkınma planlarında sektörlere yönelik stratejilerin su politikalarına dahil edilerek, Ulusal Su Stratejisi, Ulusal Havza Yönetim Stratejisi ve Eylem Planı'nda su ayak izi yaklaşımı ve araçlarını kapsamak Türkiye'nin su verimliliğini arttırmaya katkıda bulunabilir [13]. Ülkeler arasında su ayak izi azaltma konusunda küresel işbirliği yapılması da sektörlerin su ayak izi performansına dikkat etmelerini sağlamaya teşvik edebilir. Global su ayak izi standardı için terminoloji ve hesap standartların oluşturulması ve sektörlerin kendi aralarında ve diğer sektörlerle kıyaslama yaparak su ayak izi azaltılması sağlanabilir [3], [5]. Su ayak izini azaltan firmalara vergi indirimi gibi teşviklerin verilerek rekabet avantajı elde etmelerinin sağlanması da firmaların su verimliliğini üretim süreci için ve nihai ürünleri için arttırmalarını motive etmeye katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, üretim süreçlerinde ve nihai ürünlerde su ayak izinin azaltılmasına yönelik araştırma ve geliştirme faaliyetlerinin desteklenmesi faydalı olabilir. Su ayak izinin azaltılmasına yönelik sektörel eğitimler ve sertifika programlarının verilmesi sektördeki bilinçlenmeye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Sektörlerin su ayak izlerini azaltma yönünde sektörel rapor hazırlanmasının istenmesi de suyun verimli kullanılması için faydalı olabilir.

**SONUÇ**

Bu çalışmada, kaynak taraması ile inşaat sektörü alanında su kaynaklarının verimliliğinin artırılmasına yönelik öneriler özetlenmiştir. İnşaat firmalarının ve inşaat malzemesi üreten firmaların tedarik zincirlerindeki firmaların su ayak izlerini mümkün olan en aza indirmelerini teşvik etmeleri, tedarik zincirlerinin yalın ve sürdürülebilir olmasına, üretim ve inşaat aşamalarında kontrolü etkin yapmaları inşaat sektörünün su ayak izinin azaltılmasına faydalı olabilir. Tasarım aşamasında ise malzeme seçiminde ve projenin kullanım aşamasında su ayak izini en aza indirebilecek kararlar verilmesi gerekmektedir. İnşaat malzemesi üreten firmalar araştırma geliştirme geliştirme yaparak üretim süreci ve nihai ürünün su ayak izini azaltabilirler. Müşteriler su ayak izi düşük ürünleri ve binaları seçerek arzın su ayak izini azaltılmasına teşvik edebilirler. Hükümet politikaları su ayak izini düşüren firmalara vergi indirimi gibi teşvikler verebilir, su ayak izini politika ve stratejilere yansıtabilir, küresel işbirliği yapabilir, sektörlerin su ayak izini azaltmaları için strateji geliştirmelerini ve eğitim vermelerini talep edebilir.

**KAYNAKLAR**

- [1] Bardhan, S. 2011. Assessment of water resource consumption in building construction in India WIT Transactions on Ecology and the Environment, Vol 144, pp. 93-101.
- [2] Hawken, P., Lovins, A.B., Lovins, L.H. 1999. Natural Capitalism: Creating the next Industrial Revolution. Boston:

Brown and Little.

[3] Hoekstra, A.Y., Chapagain, A.K., Aldaya, M.M. and Mekonnen, M.M. 2011. The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard, Earthscan, London, UK.

[4] Hoekstra, A.Y. 2013. The Water Footprint of Modern Consumer Society, Routledge, London, UK.

[5] Hoekstra, A.Y. 2014. Water Footprint Assessment An introduction

[6] INTES (İnşaat Sanayicileri İşveren Sendikası) (2017) İnşaat Sektörü Raporu <http://intes.org.tr/>

[7] İngiltere Çimento Sanayi Sürdürülebilir Yapı Stratejisi, 'Concrete Industry Sustainable Construction Strategy' mpa The Concrete Center [https://www.concretcentre.com/Performance-Sustainability-\(1\)/Concrete-Industry-Sustainable-Construction-Strateg.aspx](https://www.concretcentre.com/Performance-Sustainability-(1)/Concrete-Industry-Sustainable-Construction-Strateg.aspx)

[8] ISO 14046 Environmental management -- Water footprint -- Principles, requirements and guidelines <https://www.iso.org/standard/43263.html>

[9] Montoya, M. 2011. Green Building Fundamentals, 2. Basım, Pearson, 53-56

[10] UN DESA (United Nations Department of Economic and Social Affairs) 2013. <https://www.un.org/development/desa/en/>

[11] Water Footprint Network 2012. <http://waterfootprint.org/en/>

[12] Wärmark, K. 2015. Assessment of water footprint for civil construction projects. the Department of Aquatic Sciences and Assessment, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) UPTec W15 018, ISSN 1401-5765 Digitally published at the Department of Earth Sciences, Uppsala University, Uppsala.

[13] WWF (World Wildlife Fund) 2014. [Pegram, G. Conyngham, S., Aksoy, A., Bahar Dıvrak, B., Öztok, D.] Türkiye'nin su ayak izi raporu su, üretim ve uluslararası ticaret ilişkisi [http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su\\_ayak\\_izi\\_raporweb.pdf](http://awsassets.wwftr.panda.org/downloads/su_ayak_izi_raporweb.pdf)