



ISSN: 1012 - 0726 (Baskı)

ISSN: 1308 - 2477 (Online)

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

DSİ Technical Bulletin

SAYI: 144

YIL : TEMMUZ 2024



Yusufeli Barajı - ARTVİN

DSİ TEKNİK BÜLTENİ

Yayın Sahibi

DEVLET SU İŞLERİ
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
Adına Genel Müdür
Mehmet Akif BALTA

Sorumlu Müdür

Aydın SAĞLIK

Yayın Kurulu (DSİ)

Bülent Çağlar ÖZCAN (DSİ-Ankara)
Yasemin ELDAYIH (DSİ-Ankara)
Mehmet Emin UYANIK (DSİ-Ankara)
Buğra SİNMEZ (DSİ-Ankara)
Özgür KÜÇÜKALİ (DSİ-Ankara)
Nermin ARSLAN (DSİ-Ankara)
Figen ÖZYURT KUŞ (DSİ-Ankara)
Ayhan YENİ (DSİ-Ankara)

Editör

Mehmet YAKUT (DSİ-Ankara)
Hüseyin DEMİR (DSİ-Ankara)

Yardımcı Editörler

Mustafa TAN (DSİ-Ankara)
Tuba ÖCAL (DSİ-Ankara)
Emre ALTINTAŞ (DSİ-Ankara)
Kafiye KARDELEN (DSİ-Ankara)

Yönetim Yeri Adresi

DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol
(TAKK) Dairesi Başkanlığı
Saray Osmangazi Mah. Alparslan
Türkeş Cad. No:6 Pursaklar/Ankara
Türkiye
Tel (312) 454 38 00
Faks (312) 454 38 05
bulten@dsi.gov.tr

Basıldığı Yer

Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Basım ve Foto-Film Şube Müdürlüğü
Etilik - Ankara

SAYI : 144

YIL : TEMMUZ 2024

Yayın Türü

Yaygın süreli yayın
Altı ayda bir yayınlanır (Ocak,
Temmuz)

ISSN

1012 - 0726 (Baskı)
1308 - 2477 (Online)

İÇİNDEKİLER

Araştırma Makalesi

**KKTC SU TEMİN PROJESİNDE KULLANILAN ÖN-
DÖKÜMLÜ BETON ANKRAJ BLOKLARININ
TASARIMINDA CÜRUFU ÇİMENTONUN KULLANILMASI**

Aydın SAĞLIK, Emre ÖZALP

1

Araştırma Makalesi

**2015-2020 YILLARINDA AKARÇAY İLE KOMŞU VE
BENZER HAVZALARI İÇİN İNSANİ GELİŞME
ENDEKSİNİN HESAPLANMASI VE SU VARLIĞININ
KARŞILAŞTIRMASI**

Özlem İRİTAŞ, Aysel Çağlan GÜNAL

15

DSİ Teknik Bülteni uluslararası veritabanı EBSCO (Elton B. Stephens Company) tarafından taranmaktadır.

DSI TECHNICAL BULLETIN

Publisher

On behalf of GENERAL
DIRECTORATE OF STATE
HYDRAULIC WORKS
Mehmet Akif BALTA
General Director

Director in Charge

Aydın SAĞLIK

Editorial Board (DSI)

Bülent Çağlar ÖZCAN (DSİ-Ankara)
Yasemin ELDAYIH (DSİ-Ankara)
Mehmet Emin UYANIK (DSİ-Ankara)
Buğra SİNMEZ (DSİ-Ankara)
Özgür KÜÇÜKALİ (DSİ-Ankara)
Nermin ARSLAN (DSİ-Ankara)
Figen ÖZYURT KUŞ (DSİ-Ankara)
Ayhan YENİ (DSİ-Ankara)

Editor

Mehmet YAKUT (DSİ-Ankara)
Hüseyin DEMİR (DSİ-Ankara)

Associate Editors

Mustafa TAN (DSİ-Ankara)
Tuba ÖCAL (DSİ-Ankara)
Emre ALTINTAŞ (DSİ-Ankara)
Kafiye KARDELEN (DSİ-Ankara)

Management Address

DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol
(TAKK) Dairesi Başkanlığı
Saray Osmangazi Mah. Alparslan Türkeş
Cad. No:6 Pursaklar/Ankara TURKEY
Tel (312) 454 38 00
Fax (312) 454 38 05
bulten@dsi.gov.tr

Place of Publication

Destek Hizmetleri Dairesi Başkanlığı
Basım ve Foto Film Şube Müdürlüğü
Etilik - Ankara / TURKEY

ISSUE: 144

YEAR : JULY 2024

Publication Type

Widely distributed periodical
Published semi-annual (January, July)

ISSN

1012 - 0726 (Press)
1308 - 2477 (Online)

CONTENTS

Research Article

USE OF SLAG CEMENT FOR DESIGN AND APPLICATION OF PRECAST CONCRETE ANCHOR BLOCKS FOR TRNC WATER SUPPLY PROJECT

Aydın SAĞLIK, Emre ÖZALP

1

Research Article

CALCULATION OF HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND COMPARISON OF WATER YIELD FOR AKARÇAY, NEIGHBORING AND SIMILAR BASINS BETWEEN 2015- 2020

Özlem İRİTAŞ, Aysel Çağlan GÜNAL

15

DSI Technical Bulletin is indexed by international database EBSCO
(Elton B. Stephens Company).

DSİ TEKNİK BÜLTENİ'NİN AMACI

DSİ Teknik Bülteni'nde, su ile ilgili konularda, temel ve uygulamalı mühendislik alanlarında gönderilen makaleler yayınlanır. Makaleler, ilk önce konunun uzmanı tarafından incelenir ve değerlendirilir. Daha sonra, Hakem Kurulu uzman görüşünü de esas alarak makalenin yayınlanıp yayınlanmamasına karar verir. Makalelerin tamamı veya büyük bir kısmı diğer yayın organlarında yayınlanmamış olması gereklidir. DSİ Teknik Bülteni Eylül 2016 tarihi itibarı ile uluslararası veritabanı kuruluşu EBSCO (Elton B. Stephens Company) tarafından taranmaya başlamıştır.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ BİLDİRİ YAZIM KURALLARI

1. Gönderilen yazılar kolay anlaşılır dilde ve Türkçe kurallarına uygun şekilde yazılmış olmalıdır.
2. Yazıların teknik sorumluluğu yazarına aittir (yazılardaki verilerin kullanılması sonucu oluşabilecek maddi ve manevi problemlerde muhatap yazardır).
3. Yayın Kurulu, makaleler üzerinde gerekli gördüğü düzeltme ve kısaltmaları yapar.
4. Makaleler bilgisayarda Microsoft Word olarak bir satır aralıkla yazılmalı ve Arial 10 fontu kullanılmalıdır. Makaleler A4 normundaki kâğıdın her kenarından 25 mm boşluk bırakılarak yazılmalıdır.
5. Sadece ilk sayfada, yazı alanı başlangıcından sola dayalı olarak, italik 10 fontunda Arial kullanılarak ilk satıra "DSİ Teknik Bülteni" yazılmalıdır.
6. Konu başlığı: Yazı alanı ortalanarak, "DSİ Teknik Bülteni" yazısından sonra dört satır boş bırakıldıktan sonra Arial 12 fontu kullanılarak büyük harflerle koyu yazılmalıdır.
7. Yazar ile ilgili bilgiler: Adı (küçük harf), soyadı (büyük harf), yazarın unvanı ile bağlı olduğu kuruluş (alt satıra) ve elektronik posta adresi (alt satıra) yazarın ORCID ID'si (ORCID ID'si olmayan yazarlar <https://orcid.org/signin> linkinden alabilirler.) (alt satıra) başlıktan iki boş satır sonra ilk yazardan başlamak üzere Arial 10 fontu ile yazı alanı ortalanarak yazılmalıdır. Diğer yazarlar da ilk yazar gibi bilgileri bir boşluk bırakıldıktan sonra yazılmalıdır.
8. Türkçe özet, elektronik posta adresinden dört boş satır sonra, özetten bir boş satır sonra ise anahtar kelimeler verilmelidir. Aynı şekilde, Türkçe anahtar kelimelerden iki boş satır sonra İngilizce özet, bir boş satır sonra ise İngilizce anahtar kelimeler verilmelidir.
9. Bölüm başlıkları yazı alanı sol kenarına dayandırılarak Arial 10 fontu kullanılarak koyu ve büyük harfle yazılmalı. Bölüm başlığının üzerinde bir boş satır bulunmalıdır.
10. Ara başlıklar satır başında başlamalı, üstlerinde bir boş satır bulunmalıdır. Birinci derecedeki ara başlıktaki bütün kelimelerin sadece ilk harfi büyük olmalı ve koyu harflerle Arial 10 fontunda yazılmalıdır. İkinci ve daha alt başlıklar normal harflerle Arial 10 fontu ile koyu yazılmalıdır.
11. Yazılar kâğıda iki sütun olarak yazılmalı ve sütun aralarındaki boşluk 10 mm olmalıdır.
12. Paragraf sola dayalı olarak başlamalı ve paragraflar arasında bir boş satır bırakılmalıdır.
13. Eşitlikler bilgisayarda yazılmalı ve numaralandırılmalıdır. Eşitlik numaraları sayfanın sağına oturmalı ve parantez içinde yazılmalıdır. Her eşitlik alttaki ve üstteki yazılardan bir boş satır ile ayrılmalıdır. Eşitliklerde kullanılan bütün semboller eşitlikten hemen sonraki metinde tanımlanmalıdır.
14. Sayısal örnekler verildiği durumlarda SI veya Metrik sistem kullanılmalıdır. Rakamların ondalık kısımları virgül ile ayrılmalıdır.
15. Yararlanılan kaynaklar metinde kaynağın kullanıldığı yerde köşeli parantez içerisinde numaralı veya [Yazarın soyadı, basım yılı] olarak belirtilmelidir. Örneğin: "..... basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [1]" veya basamaklı dolusavaklar için geometri ve eşitlikler [Aktan, 1999]" gibi.
16. Kaynaklar yazar soyadlarına göre sıralanmalı, listelenirken yazar (veya yazarların) soyadı, adının baş harfi, yayın yılı, kaynağın ismi, yayınlandığı yer ve yararlanılan sayfa numaraları belirtilerek, köşeli parantez içerisinde numaralandırılmalı ve yazarken soldan itibaren 0,75 cm asılı paragraf şeklinde yazılmalıdır. Makale başlıkları çift tırnak içine alınmalı, kitap isimlerinin altı çizilmelidir. Bütün kaynaklara metin içinde atıf yapılmalıdır.
17. Çizelgeler, şekiller, grafikler ve resimler yazı içerisine en uygun yere gelecek şekilde yerleştirilmelidir. Fotoğraflar net çekilmiş olmalıdır. Şekil ve grafikler üzerine el yazısı ile ekleme yapılmamalıdır.
18. Makalenin tamamı 20 sayfayı geçmemeli, şekil, çizelge, grafik ve fotoğraflar yazının 1/3'ünden az olmalıdır.
19. Sayfa numaraları, sayfaların karışmaması için sayfa arkalarına kurşun kalem ile hafifçe verilmelidir.
20. Yazım kurallarına uygun olarak yazılmış makalenin tam metni eğer e-posta ortamında gönderilebilecek kadar küçük boyutta ise e-posta adresine, değilse; hem A4 kâğıda baskı şeklinde (2 adet) hem de dijital ortamda (CD veya DVD) yazışma adresine gönderilmelidir.
21. Yayınlanan bütün yazılar için "Kamu Kurum ve kuruluşlarınca ödenecek telif ve işleme ücretleri hakkındaki yönetmelik" hükümleri uygulanır.
22. Makaleyi gönderen yazarlar yukarıda belirtilenleri kabul etmiş sayılırlar.
23. Yazışma adresi aşağıda verilmiştir:

Yasal Uyarı

Bu Teknik Bülten yalnızca genel bilgilendirme amacıyla yayımlanmaktadır ve içeriğinde yer alan malzemelerin, prosedürlerin veya yöntemlerin tek mevcut ve uygun malzeme, prosedür veya yöntem olduğunu ima etmemektedir. Malzemeler, prosedürler veya yöntemler özel koşullara, yerel imar kanunlarına, tasarım şartlarına veya tüzel ve yasal şartlara göre değişebilir. Bu Teknik Bülten'deki bilgilerin doğru ve güvenilir olduğuna inanılmakla beraber, yayımlayıcı olarak Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü bu Teknik Bülten'in içeriğinde bulunan yöntemlerin, malzemelerin, talimatların veya fikirlerin herhangi bir şekilde kullanılması kaynaklı mal veya can kaybından veya oluşabilecek zararlardan sorumlu değildir.

DSİ TEKNİK BÜLTENİ DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol (TAKK) Dairesi Başkanlığı Saray Osmangazi Mah. Alparslan

Türkeş Cad. No:6/5 Pursaklar / ANKARA

Tel (312) 454 38 00

Faks (312) 454 38 05

E-posta bulten@dsi.gov.tr

Web <https://dsiteknikbulteni.dsi.gov.tr/>

Araştırma Makalesi / Research Article

KKTC SU TEMİN PROJESİNDE KULLANILAN ÖN-DÖKÜMLÜ BETON ANKRAJ BLOKLARININ TASARIMINDA CÜRUFU ÇİMENTONUN KULLANILMASI

Aydın SAĞLIK* 

DSİ Genel Müdürlüğü, Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
email: aydinsaglik@dsi.gov.tr

Emre ÖZALP 

DSİ Genel Müdürlüğü, İçmesuyu ve Atıksu Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye
email: eozalp@dsi.gov.tr

Geliş (Received): 12.02.2024, Düzeltme (Revised): 08.04.2024, Kabul (Accepted): 15.04.2023

ÖZ

Türkiye'den Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'ne (KKTC), toplam uzunluğu 80 km olan yüksek yoğunluklu polietilen (HDPE) borular kullanılarak su iletimi sağlanmıştır. Bu boruların deniz yüzeyinden 250 m derinlikte askıda kalmasını sağlamak amacıyla deniz dibinde farklı derinliklerde ön-dökümlü beton ankraj blokları kullanılmıştır. Sık donatılı ankraj bloklarında kullanılan beton, kendiliğinden yerleşen ve deniz suyu etkilerine karşı dayanıklı olacak şekilde tasarlanmıştır. Ankraj bloklarının özel teknik şartnamesine göre, betonun maksimum su/çimento oranı 0,35 ve minimum dayanım sınıfı C40/50 olarak belirtilmiştir. Ayrıca blokların en küçük boyutu 100 cm'den daha büyük olduğundan kütle betonu sınıfında değerlendirilmiştir. Beton karışımında maksimum tane büyüklüğü 19,1 mm olan kırma kireçtaşı agregası, CEM III/A 42,5N sınıflı cürufu çimento (min %60 cüruf içerikli) ve kendiliğinden yerleşen beton (KYB) için kullanılan yeni nesil bir yüksek oranda su azaltıcı kimyasal katkı kullanılmıştır.

Tasarımı yapılan KYB ankraj blokları kütle betonu olarak sınıflandırıldığından bu blokların bazılarında adyabatik sıcaklık artışı dikkatli bir şekilde kontrol edilememiş ve termal etkilerden dolayı bazı kılcal çatlaklar gözlemlenmiştir. Sonrasında, çatlakların oluşmaması için beton bloklar yan kısımlardan yalıtımlı kalıplar kullanılarak 5 gün süreyle sökülmemişler ve soğuması belirli bir seviyeye geldikten sonra kalıplar alınmıştır. Bazı anolar çatlaklar nedeniyle onarılmadan atılmış olup diğer onarıma uygun olan bazı anolardaki çatlaklar daha sonra uygun bir onarım malzemesi olan epoksi enjeksiyon yöntemiyle onarılmıştır.

Sonuç olarak betonun deniz suyu içindeki korozyona karşı dayanıklılığı, ASTM C1202 [1] hızlı klorür iyonları geçirgenlik deneyi ile belirlenmiş ve seçilen çimento tipinin etkili olduğu görülmüş ve imal edilen ankraj bloğu betonlarının klorür iyonlarına karşı geçirgenlikleri çok düşük olarak elde edilmiştir. Beton, durabilite yönünden değerlendirildiğinde en az 50 yıllık servis ömrü gerekliliğinin sağlandığı tahmin edilmektedir.

Anahtar Kelimeler

Ankraj blokları, kendiliğinden yerleşen beton (KYB), öğütülmüş yüksek fırın cürufu (ÖYFC), kütle betonu, termal çatlaklar

*Coressponding Author: Aydın SAĞLIK e-posta: aydinsaglik@dsi.gov.tr

USE OF SLAG CEMENT FOR DESIGN AND APPLICATION OF PRECAST CONCRETE ANCHOR BLOCKS FOR TRNC WATER SUPPLY PROJECT

ABSTRACT

Water transmission to the Turkish Republic of Northern Cyprus (TRNC) from Turkey was achieved using high-density polyethylene (HDPE) pipes with a total length of 80 km. Pre-cast concrete anchor blocks were used at different depths on the seabed to ensure that these pipes remained suspended at a depth of 250 m from the sea surface. The concrete used in the densely reinforced anchor blocks was designed to be self-compacting and resistant to seawater effects. According to the specifications of the anchor blocks, the concrete should have a maximum w/c ratio of 0.35 and a minimum strength class of C40/50. In addition, since the smallest size of the blocks is larger than 100 cm, they are considered in the mass concrete class. The concrete mix included crushed limestone aggregate with a maximum particle size of 19.1 mm, CEM III/A 42.5N class ground granulated blast furnace slag (ggbfs) (min %60 content) cement, and a new generation high-range water reducer admixture for Self Compacting Concrete (SCC).

Since the designed SCC anchor blocks are classified as mass concrete, the adiabatic temperature increase in some of these blocks could not be carefully controlled and some hairline cracks were observed due to thermal effects. In order to prevent cracks from forming, the concrete blocks were not dismantled for 5 days using insulated molds from the sides, and the molds were removed after the cooling reached a certain level. Some blocks were thrown away without repair due to cracks, and the cracks in some blocks that were suitable for repair, were later repaired by epoxy injection method which is a suitable repair material.

As a result, the resistance of the concrete against corrosion in seawater was determined by the rapid chloride ions permeability test conforming to ASTM C1202 [1] and the selected cement type was found to be effective and the permeability of the manufactured anchor block concretes to chloride ions was obtained to be very low. When concrete was evaluated in terms of durability, it was estimated that the requirement for a service life of at least 50 years was met.

Keywords

Anchor blocks, self-compacting concrete, ground granulated blast furnace slag (ggbfs), mass concrete blocks, thermal cracks

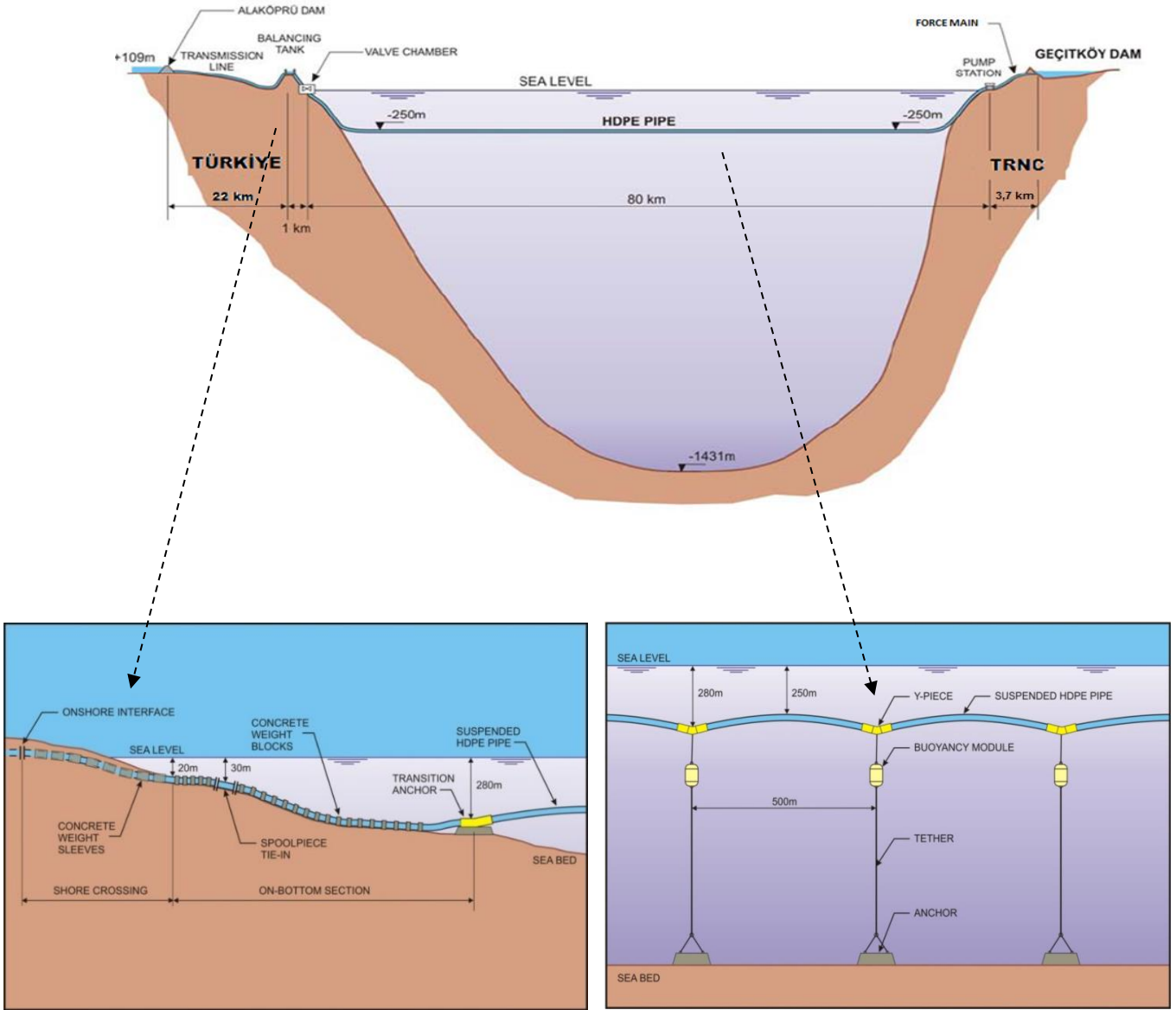
1 GİRİŞ

KKTC'nin (Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti) 2010 yılında 36 milyon m³/yıl olan su ihtiyacı, 2035 yılında 54 milyon m³/yıl'a ulaşması beklenmektedir. Uzun yıllardır su sıkıntısı ile karşı karşıya olan KKTC'ne ihtiyaç duyulan bu suyu Türkiye'den götürmek üzere birçok proje geliştirilmiştir. Bu bağlamda, suyun Türkiye'den bir isale hattı ile transferinin, bu problemi uzun dönemli çözüme kavuşturma yolunda en uygun çözüm olduğu belirlenmiştir.

"Yüzyılın Projesi" olarak adlandırılan bu proje kapsamında, biri Türkiye'de ve diğeri KKTC'de olmak üzere iki barajın tamamlanmasının ardından, toplamda 107 km'lik bir boru hattı ve iki pompa istasyonu aracılığıyla 75 milyon m³/yıl su, Türkiye'den KKTC'ye iletilmesi sağlanmıştır (Şekil 1). Şekilden de görüleceği üzere bu projede dünyada ilk kez uygulanan bir yöntem ile deniz seviyesinden 250 m derinlikte ve 80 km uzunlukta 1600 mm çapında HDPE boru hattı

askıda kalacak şekilde döşenmiştir. Bu HDPE boruların her biri 500 m uzunluğunda olup, halatlar ve ankraj blokları vasıtasıyla deniz tabanına sabitlenmiştir.

Ankraj blokları, bu projenin çok önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Şekil 2'de projede kullanılan dört tip ankraj bloğu gösterilmektedir. Bunlardan birincisi, borunun deniz tabanında kalmasını sağlamak için, ikincisi, boru hattının deniz tabanında 20 m ila 280 m derinlik arasında olduğu durumlar için, üçüncüsü, boru hattının deniz tabanına gömülü olduğu durumlar için kullanılan blokları göstermektedir. Dördüncüsü ise 250 m derinlikte boruların asılması için her 500 m'de bir kullanılan ankraj bloklarını göstermektedir. Ankraj bloklarının özel teknik şartnamesi ve ACI 318 yapı şartnamesi [2] gereksinimlerine uygun olarak imal edilen blokların 50 yıl servis ömrü olacağı tahmin edilmektedir.



Şekil 1 - KKTC Su Temini Projesinin Şematik Görünümü



a) Eyer Tipi Beton Ağırlık Bloğu



b) Bilezik Tipi Beton Ağırlık Bloğu



c) Manşon Tipi Beton Ağırlık Bloğu



d) Deniz tabanıdaki Ankraj Blokları



e) Çelik Profiller İçine Yerleştirilmiş Ankraj Blokları

Şekil 2 - Projenin farklı yerlerinde kullanılan ankraj blokları

2 BETON ANKRAJ BLOKLARININ TASARIM ESASLARI

Ankraj blokların üretiminde kullanılan betonun tasarım parametreleri, kriterleri ve beton karışımında kullanılan bileşenler aşağıdaki gibidir:

- Deniz suyunda beton için en zararlı kimyasal bileşikler, magnezyum sülfat ($MgSO_4$), karbonik asit (H_2CO_3) ve sodyum klorürdür ($NaCl$). Bunlardan ortaya çıkan özellikle sülfat, magnezyum ve klorür iyonları en önemlileri olup çevresel etki sınıfının belirlenmesinde kullanılmaktadır.
- Birçok kaynakta Akdeniz suyunun özellikleri yaklaşık olarak 2900 mg/L sülfat iyonu, 1440 mg/L magnezyum iyonu ve 19270 mg/L klorür iyonu olarak verilmektedir. Söz konusu suyun tuzluluk oranı yaklaşık %4,3 ve pH değeri ise 8,0 olarak kabul edilmektedir.
- ACI 318 yapı şartnamesi, Çizelge 4.2.1'e göre ankraj bloklarında kullanılacak betonun, maruz kalacağı sülfat iyonu içeriği nedeniyle çevresel etki sınıfı S2, klorür iyonu içeriği nedeniyle C2 sınıfı olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, beton ankraj bloklarının yaklaşık 1435 m derinliğinde deniz tabanında bulunacak olması nedeniyle, betonun yüksek dayanımlı ve geçirimsiz olmasını da gerektirmiştir. Belirlenen etki sınıflarına ait şartlar aşağıdaki gibidir:

a. ACI 318, çevresel etki sınıfı S2 için: ACI 318 yapı şartnamesi, Çizelge 4.3.1'e göre, S2 sınıfı, sülfat etkisinde kalacak betonun, su/çimento oranı en fazla 0,45 ile 28 günlük 150x300 mm silindir numuneler için basınç dayanımı ise en az 31,0 MPa olarak sınırlandırmıştır. (TS EN 206'ya göre bu dayanımın beton sınıfı karşılığı C30/37 olmaktadır [3]). ACI 318'e göre S' sınıfı sülfat ekisine karşı gereken direnci sağlamak için beton imalatında ASTM C150'ye [4] uygun Tip V veya ASTM C595'e [5] uygun Tip IP ve IS (cüruf içeriği <%70) çimento kullanılmalıdır. İmalat esnasında betondan alınan numuneler, ASTM C1202 standardına göre deneye tabi tutulmuş, 2000 Coulomb'dan daha düşük geçirgenlik sınıfında elde edilmiştir.

b. ACI 318 yapı şartnamesi C2 sınıfının çevresel etkisi (donatı korozyonu için):

ACI 318 yapı şartnamesi 4.3.1 Çizelgesine göre, klorür iyonlarına maruz kalacak betonda su/çimento oranı en fazla 0,40, 28 günlük silindir basınç dayanımı ise en az 35,0 MPa olmalıdır (TS EN 206'ya göre C35/45 dayanım sınıfı). Ayrıca, 1 m³ beton içerisinde tüm bileşenlerden gelen klorür iyonu içeriği, çimento kütlelerinin %0,15'ini aşmamalıdır.

c. Ankraj blokları ile ilgili özel teknik şartname kriterleri: Ankraj bloklarının betonu ile ilgili şartnamede dayanıklılık gereklerine göre, beton ankraj bloklarının yüksek dayanımlı ön dökümlü elemanlar sınıfına dahil olduğu görülmektedir. Burada verilen kriterlere göre beton imalatında, su/çimento oranı en fazla 0,35, 28 günlük silindir basınç dayanımı ise en az 40,0 MPa olmalıdır.

Yukarıda belirtilen etki sınıflarına ait kriterler ve teknik şartname kriterleri karşılaştırıldığında, teknik şartnamede belirtilen kriterlerin her iki etki sınıfına ait kriterleri sağladığı görülecektir. Dolayısıyla, tasarımda bu kriterler esas alınmıştır. Öte yandan, ilgili şartname gereği, taze beton özelliklerinin sağlanabilmesi için beton karışımının kendiliğinden yerleşen beton (KYB) olması gerekli olmuştur.

3 BETON BİLEŞENLERİ VE ÖZELLİKLERİ

KKTC Su Temini Projesi kapsamında kullanılan ankraj blokları betonunda, anma büyüklüğü (D_{maks}) = 19,1 mm olan, 0/4, 4/11.2 ve 11.2/19.1 mm olmak üzere üç farklı sınıf tane büyüklüğünde kırma kireçtaşı agregası, bir tip çimento (%60 cüruf içeren CEM III / A 42,5 N) ve bir tip polikarboksilat eter esaslı yüksek oranda su azaltıcı kimyasal katkı kullanılmıştır. Yapılan taze ve sertleşmiş beton deneyleri ile elde edilen deney sonuçları ve değerlendirme sonucunda oluşturulan beton karışım oranlarına ait bilgiler bu çalışmada verilmiştir.

a. Agregalar

Tasarımda kullanılan agregalara ait boşluklu birim hacim kütle, yoğunluk, su emme ve en uygun agregası karışım oranlarına ait deney sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir. Agregası en büyük tane büyüklüğü, yapılan elek analiz sonuçlarına göre 19,1 mm olarak belirlenmiştir. İnce agregası içinde çok ince malzeme oranı

yaklaşık %11 civarında bulunmuştur. Kendiliğinden yerleşen beton karışımlarında kil, silt veya herhangi bir kirlilik olmaması şartıyla ince malzemenin (<0,075mm) bir miktar yüksek olması KYB özellikleri için gereklidir. Ulusal beton standardımız TS 13515 [6] ise bu değer %16'ya kadar olmasına müsaade etmektedir. Diğer taraftan ince malzemenin bir miktar yüksek olması betonun işlenebilirliği, ayrışma direnci ve sıkıştırılabilirliği açılarından da gereklidir. Beton üretiminde agrega özelliklerinin ve özellikle ince malzeme oranının değişmemesi için gerekli önlemler alınmalıdır.

Agrega karışım oranları ve en uygun tane dağılımı, agrega en büyük tane boyutuna göre seçilen KYB için önerilen, agrega tane dağılım eğrisine ve bu konuda uluslararası bilinen standartlar (ACI 237R [9], TS 802 [10]) ve Teknik Şartnamelerde önerilen ince agrega tane dağılım eğrisine uyacak şekilde belirlenmiştir. KYB içindeki çok ince malzeme içeriği, çimento pastası içeriği, hacimce su/ince malzeme oranı ve ince agrega miktarları gerekli TS EN 12350-8'e [11] göre SF2 (65-75 cm) çökme-yayıma çapını ve ayrışma direncini sağlayacak şekilde belirlenmiştir.

Çizelge 1 - KYB karışım tasarımında kullanılan agregaların özgül ağırlığı, su emmesi, agrega oranları ve incelik modülü (ASTM C127 [12], ASTM C128 [13])

Agrega Tane Sınıfları	Özgül Ağırlık	Su Emme Oranı %	Agrega Karışım Oranları %	İnce Agreganın İncelik Modülü
11,2 – 19,1 mm	2,69	0,40	18	-
4 – 11,2 mm	2,68	0,50	25	
0 – 4 mm	2,62	2,20	57	2,87

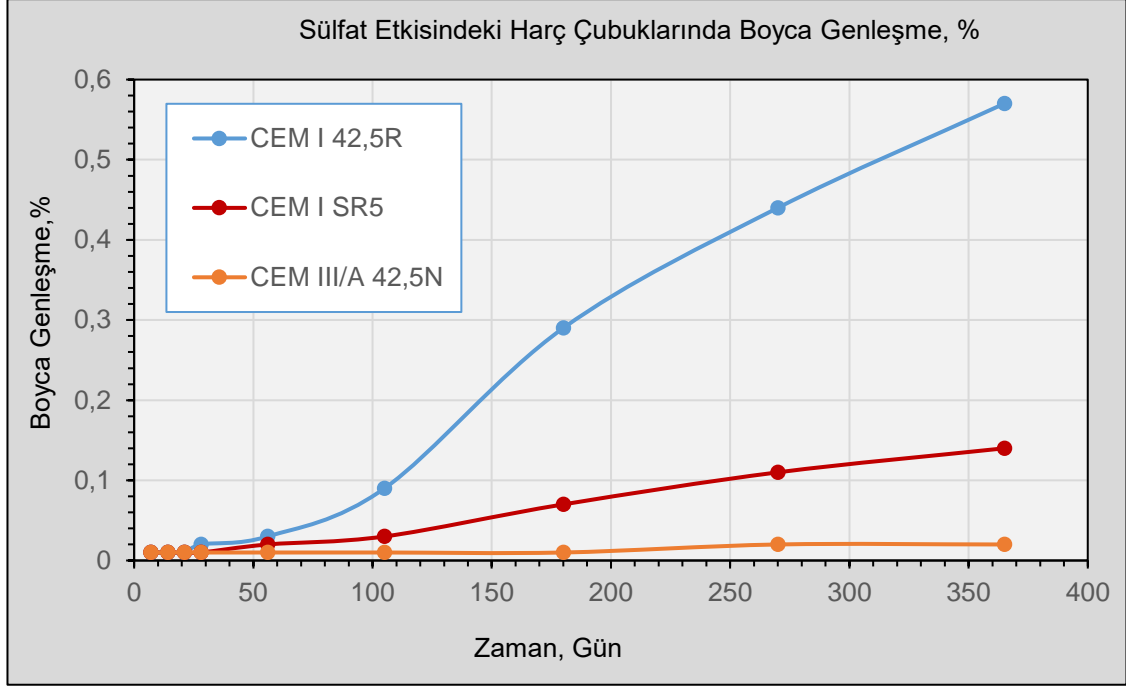
b. Çimento

Ankraj bloklarının beton imalatında, etki sınıfları dikkate alındığında ve aşağıdaki açıklamalar doğrultusunda, sülfat ve klorür etkilerine karşı en uygun çimento tipi olan ve TS EN 197-1 [7] standardına göre Adana Çimento Fabrikasında üretilen CEM III/A 42,5N (cüruf içeriği min %60 olan granüle yüksek fırın cüruf çimento) çimentonun kullanılması kararlaştırılmıştır.

Sülfat etkisi, betonun dayanıklılığını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği Ar-Ge Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen deneysel çalışmaya göre, i) granüle yüksek fırın cüruf çimento, ii) sülfata dayanıklı çimento ve iii) Portland çimentosu olmak üzere üç çimentonun sülfat iyonlarına karşı dayanıklılıkları karşılaştırılmıştır [8].

ASTM C1012 standardına göre yürütülen bu deneysel çalışmada, her üç çimento ile hazırlanan harç çubukları 32 hafta boyunca % 5'lik Na₂SO₄ çözeltisi içinde bekletilmişlerdir. 32 hafta boyunca, her üç çimento tipinin genleşme ve dayanım performansları izlenmiştir. Şekil 3'ten görüleceği gibi cüruf çimentonun sülfatlı ortamlara karşı dayanıklılığı, sülfata dayanıklı çimentolardan bile daha üstün olabileceği tespit edilmiştir.

Beton yönünden dikkate alındığında deniz suyu içindeki en zararlı bileşen sülfat iyonlarının etkisidir. Bu etkiye karşı alınan tedbir ise genel olarak düşük trikalsiyum alüminat içeren çimentoların veya sülfata dayanıklı çimentoların kullanılmasıdır. Öte yandan yine son yıllarda yapılan araştırmalarda deniz suyu etkilerine karşı cüruf çimentoların daha dayanıklı olduğu görülmektedir .



Şekil 3 - Üç farklı tipteki çimentonun grafiksel gösterimle sülfata dayanıklılık deney sonuçları

Ankraj bloklarının imalatında kullanılan çimentonun cürüflü olmasına karar verilmesi neticesinde en yakın çimento fabrikası olan Adana Çimento Fabrikasından en az % 60 öğütülmüş

granüle yüksek fırın cürufu içeren CEM III/A 42,5N çimentosu temin edilmiştir. Cürüflü çimentonun kimyasal ve fiziksel özellikleri Çizelge 2 ve 3'te verilmektedir.

Çizelge 2 - Çimentonun kimyasal özellikleri (%) (TS EN 196-2 [14], TSE CEN/TR 196-4 [15])

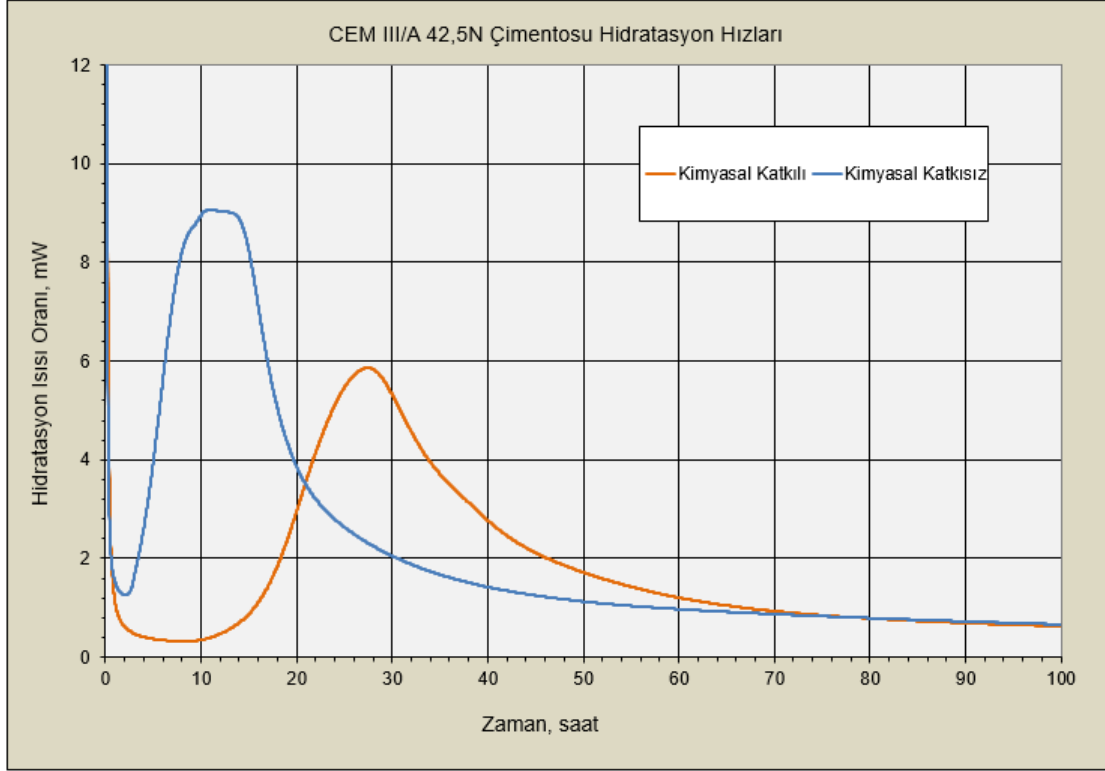
Kimyasal Özellikleri	Deney Sonuçları
SiO ₂	31,0
Al ₂ O ₃	8,55
Fe ₂ O ₃	2,35
CaO	44,6
SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	41,9
Çözünmeyen Kalıntı	0,87
Kızdırma Kaybı	3,52
Toplam Katkı Miktarı	64,1
Klinker Miktarı	35,9
Klinkerdeki C ₃ A Oranı	6,54
SO ₃	1,35
MgO	4,85
Eşdeğer Alkali (Na ₂ O)	0,67

Çizelge 3 - Çimentonun fiziksel özellikleri (TS EN 196-1 [16], TS EN 196-3 [17], TS EN 196-6 [18], ASTM C188 [19])

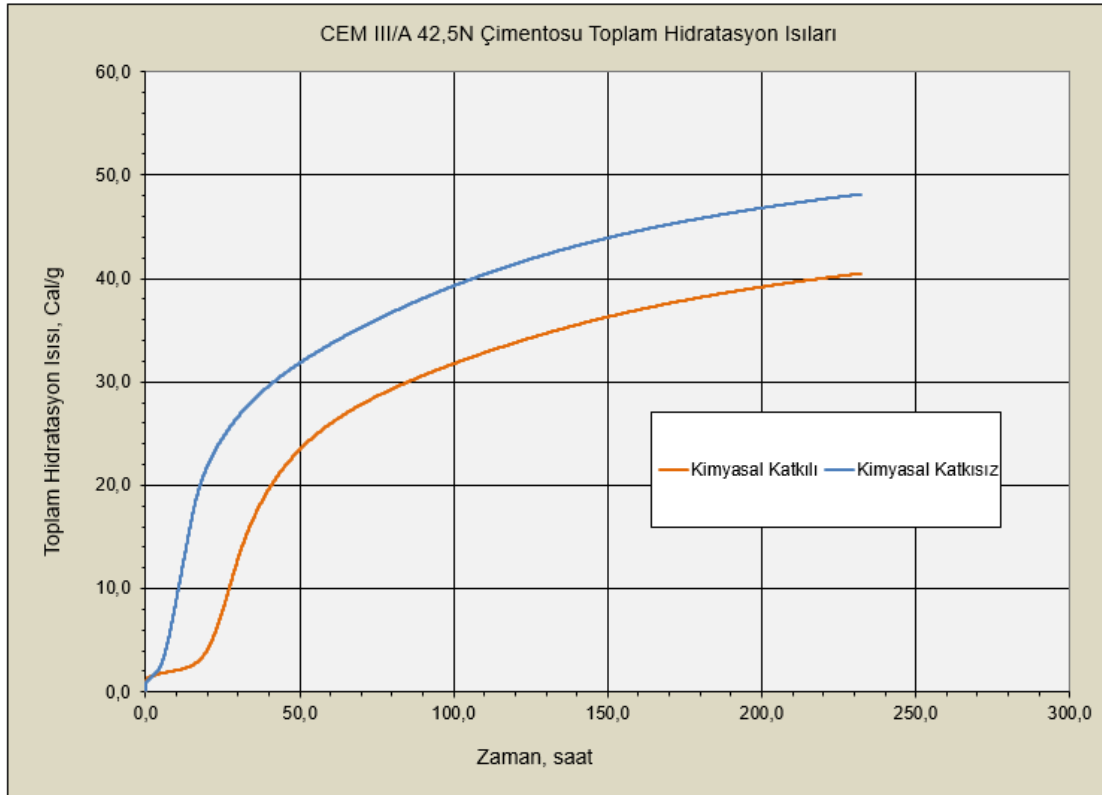
Fiziksel Özellikleri	Deney Sonuçları
7 Günlük Basınç Dayanımı, (MPa)	22,6
28 Günlük Basınç Dayanımı, (MPa)	42,8
Kıvam Suyu, (%)	31,8
Priz Başlama Süresi, (dk.)	205
Priz Bitiş Süresi, (dk.)	255
Genleşme, mm	0,5
Yoğunluk, (g/cm ³)	2,92
Blaine Özgül Yüzey Alanı, (cm ² /g)	4510
90 µm elek kalıntısı, (%)	0,3
Rutubet, (%)	0,17

Yukarıda belirtilen fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanısıra çimentonun hidratasyon özellikleri de belirlenmiştir. Bu bağlamda çimentonun hidratasyon ısısı TS EN 196-8'e [20] göre tayin edilmiş ve 7 günlük hidratasyon ısısı yaklaşık 50 Cal/g olarak bulunmuştur; bu değer, kütle beton uygulamaları için genellikle önerilen maksimum değer olarak kabul edilen ve TS 13815'de [21] verilen 52,5 Cal/g'nin altındadır. Ayrıca, DSİ laboratuvarlarında bulunan İzotermal Kalorimetre Cihazı ile 0,5 su/çimento oranında CEM III/A 42,5N çimentosunun beton karışımında kullanılan kimyasal katkı (BASF Glenium Sky635,

%0,80) ile ve kimyasal katkısız olmak üzere hidratasyon hızı ve toplam hidratasyon ısısı ölçümleri yapılmıştır (Şekil 4 ve 5). Şekillerden de görüleceği gibi, kimyasal katkı kullanımı ile hidratasyon ısısında bir azalma ve ötelenme meydana gelmiştir. Bu durumun nedeni; konvansiyonel polikarboksilik eter esaslı süperakışkanlaştırıcıların, çimento taneciğinin etrafını tamamen sarması, bir bariyer oluşturarak çimento taneciğinin suyla birleşmesine engel olması ve priz geciktirmesi ile hidratasyon işleminin daha yavaş gerçekleşmesidir.



Şekil 4 - Kimyasal katkısız ve katkılı olarak CEM III/A 42,5N çimentosunun hidratasyon ısı artış hızı



Şekil 5 - Kimyasal katkısız ve katkılı olarak CEM III/A 42,5N çimentosunun kümülatif hidratasyon ısı

4 KYB KARIŞIM ORANLARI VE ÖZELLİKLERİ

KKTC Su Temin Projesi, tip 1 ve tip 2 ankraj bloklarında kullanılan kendiliğinden yerleşen betonun karışım oranları Çizelge 4'de verilmiştir

Çizelge 4 - Deniz suyuna dayanıklı C40/50 kendiliğinden yerleşen beton tasarımı için elde edilen karışım oranları

Ankraj Blokları Betonunun Karışım Tasarımı (Dmaks=19,1 mm)													
Karışım No.	Beton Karışım Kodu	Çimento Miktarı (Adana CEM III/A 42,5N) kg/m ³	Su Miktarı kg/m ³	Su/Çimento Oranı (w/c)	Kimyasal Katkı			Agrega Karışım Oranları ve Miktarları, (DKY) kg/m ³			Teorik Taze Beton Birim Hacim Kütle, kg/m ³	Taze Beton Hava İçeriği, %	Taze Beton Slamp, cm
					BASF Glenium Sky 635		Kırmataş İnce Agregası (0-4 mm)	Kırmataş Agregası (4-11,2 mm)	Kırmataş Agregası (11,2-19,1 mm)				
					%	kg/m ³	%	%	%				
1	C40/50 w/c=0,35	475,0	165,0	0,35	% 0,80	3,800	996,6	437,1	314,7	2392	1,0	> 65 cm	

a. Taze ve Sertleşmiş Beton Deney Sonuçları

Laboratuvarda yapılan çalışmalarda betonda en fazla müsaade edilen su/çimento oranı kriteri w/c=0,35 ve C40/50 beton sınıfı esas alınmış olup bu esas doğrultusunda istenilen taze beton özellikleri sağlanmaya çalışılmıştır. Betonun, ankraj blok kalıplarının içerisine ayırmaya uğramadan yerleştirilebilmesi ve sıkıştırılabilmesi amacıyla çökme ve kohezyon özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu amaçla betonun kendiliğinden yerleşen (KYB) beton olması yönünde çalışmalar yürütülerek istenilen kriterler sağlanmıştır. Betonun KYB olması aynı zamanda işçilik kaynaklı olası hataların da ortadan kaldırılmasına veya en aza indirilmesini sağlayacaktır.

KYB için istenilen taze beton özelliklerinin sağlanması için betonda en az 165 kg/m³

karışım suyu kullanılması gerekli olmuş ve sonuç olarak su/çimento oranının en fazla 0,35 olarak sağlanabilmesi için çimento dozajı 475 kg/m³ olarak alınmıştır. Bu parametrelerle oluşturulan tasarım çalışmaları sonucunda KYB karışım oranları belirlenmiştir. Ayrıca, çimento ağırlığının %0,8'i kadar süper akışkanlaştırıcı da kullanılmıştır. Laboratuvarda hazırlanan karışımın TS EN 12350-8 standardına göre yapılan çökme yayılma deneyinde 65 ila 75 cm arasında yayılma çapı elde edilmiş olup yayılma sınıfı SF2 olarak belirlenmiştir.

Laboratuvar ortamında hazırlanan bu karışımdan alınan numuneler TS EN 12390-3 [22] standardına uygun şekilde basınç dayanımı deneyine tabi tutulmuştur, dayanım sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Ayrıca hazır beton tesisinde istenilen özelliklerin sağlanıp sağlanmadığı uygunluk açısından kontrol edilmiştir.

Çizelge 5 - KYB karışımına ait beton basınç dayanım sonuçları (TS EN 12390-3, 150x150x150 mm küp şekilli numuneler için)

Çimento Dozajı (kg/m ³)	Beton Karışım Suyu (kg/m ³)	Beton Basınç Dayanımı (MPa)			
		1 gün	3 gün	7 gün	28 gün
475	165	18,6	40,1	56,9	82,3

b. Geçirimsizlik Deney Sonuçları

Daha önce de belirtildiği gibi, ankraj bloklarının dayanıklılığını sağlamak için betona klorür iyonu penetrasyonunun sınırlı olması gerekmektedir, bu da geçirimsiz bir

beton gerektirir. Beton karışımının klorür iyonlarına geçirgenliği ASTM C1202 standardına göre yapılmıştır. Çizelge 6'da verilen deney sonuçlarından tasarlanan betonun çok düşük geçirgenlik sınıfında olduğunu anlaşılmıştır.

Çizelge 6 - KYB karışımına ait klorür iyonları geçirgenliği deney sonuçları (ASTM C1202)

CEM III/A 42,5N: 475 kg, Su: 165 kg, Dmaks: 19,1 mm				
Hızlı Klorür Pemeabilite Test		Numune 1	Numune 2	Ortalama Sonuç
Numune Alım Tarihi	:	22.08.2013	22.08.2013	
Deney Tarihi	:	20.09.2013	20.09.2013	
Deney Anında Numune Yaşı, Gün	:	29	29	
Uygulanan Elektrik Voltajı, VDC	:	60	60	60
Ölçülen Elektrik Akımı, mA	:	15,3	10,8	13,1
Deney Süresi, Saat	:	6,0	6,0	6,0
Ölçülen Coulomb Değeri, Coulombs	:	338	238	288,0
Permeabilite Sınıfı	:	Düşük	Düşük	Düşük

c. Betondaki Adyabatik Sıcaklık Artışı

Ankraj bloklarının en küçük kesit kalınlığının 100 cm'nin üzerinde olması kütle betonu sınıfında değerlendirilmesini gerektirmiştir. Bu nedenle, kütle betonlarında dikkat edilmesi gerekli olan hidrasyon ısısının belirlenmesi ve betondaki adyabatik sıcaklık artışının tahmin edilebilmesi gerekli olmuştur.

Betonun genel olarak düşük ısı iletkenliğine sahip olduğu bilinmektedir. Bu nedenle özellikle kütle betonları neredeyse adyabatik (bazen semi-adyabatik) bir sistem gibi davranmaktadırlar. Kütle betonlarında adyabatik sıcaklık artışı hiçbir ısı kaybı olmayan bir sistem için özgül ısı formülü kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır;

$$\Delta T = \frac{M_c \times H_c \times \alpha(t)}{\rho \times C_p}$$

Yukarıdaki denklemde;

M_c : 1 m³ beton içindeki toplam bağlayıcı miktarını, (475 kg/m³)

H_c : Kullanılan bağlayıcının (Çimento+Puzolan) toplam hidrasyon ısısını, (210 kJ/kg)

$\alpha(t)$: Bağlayıcının hidrasyon derecesini (zamana, beton sıcaklığına ve hidrasyon ısısı hızına bağlı olarak değişiklik gösterir)
 ρ : Beton birim hacim kütlelerini, 2392 kg/m³
 C_p : Betonun özgül ısısını, 0,90 kJ/kg°C

Betonun özgül ısısı agreganın özgül ısısı ile yaklaşık olarak aynı kabul edilebilir ve kireçtaşı esaslı agregalar kullanılan betonlarda yaklaşık 0,90 - 0,94 kJ/kg°C olarak alınabilir. Yukarıdaki denklemle, %90 hidrasyon için adyabatik sıcaklık artışı yaklaşık olarak 40°C olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle, çimentonun hidrasyonu sonunda betonun sıcaklığının çok fazla yükselmemesi için beton yerleştirme sıcaklığı mümkün olduğunca düşük tutulmasına dikkat edilmiştir. Ancak, bölgenin iklim şartları gereği taze beton yerleştirme sıcaklığının yaklaşık 27°C'de olmasına yol açmıştır.

Beton sıcaklığını düşük çıkarmak için agregalar direkt olarak güneş ışığının etkilerinden korunmaya çalışılmış ve gerekli durumlarda su ile sprey halinde soğutulmuştur. İstenilen beton yerleştirme sıcaklığının elde edilmesi amacıyla gerekli durumlarda karışım suyunun bir kısmının yerine buz katılması önerilmiştir.

Yapılan bu değerlendirmeler doğrultusunda, kütle betonu niteliğinde olan ankraj bloğu betonu imalatı esnasında bir adet beton bloğun adiyabatik sıcaklık artışının ve bünyesindeki maksimum sıcaklık farkının tespit edilmesi için beton merkezinde ve yüzeyinde sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. En önemli durum, TS 13515 standardında belirtildiği üzere, beton blok içindeki ve yüzeyindeki maksimum sıcaklık farkının donatılı betonlarda belirtilen 25 °C'ü aşmaması için gerekli tedbirlerin alınmasıdır. Diğer taraftan, beton bloğun merkezindeki maksimum sıcaklığının gecikmiş etrenjit oluşumunu önlemek amacıyla hiçbir zaman 70 °C'yi aşmaması gerekmektedir. Şekil 6'dan da görüleceği üzere beton içerisindeki sıcaklık 62 °C'ye çıkmış beton iç sıcaklığı ile çevresel sıcaklık arasındaki fark ise hiçbir önlem alınmadığı için maksimum 40 °C olarak ölçülmüştür. Ancak bu çalışmada betonun yüzey sıcaklığı pas payına (yüzeyin 2-3 cm altına) yerleştirilen ısı ölçer ile yapılmış olup sıcaklık farkının kontrol edilmesi için, kalıplar yan yüzeylerden yalıtım malzemesi ile yalıtılarak kullanılmış ve sıcaklık farkının oluşmaması için beton yüzeyi uygun bir örtü ile korunmaya alınarak çatlakların önüne geçilmiştir.

5 SONUÇLAR VE TARTIŞMA

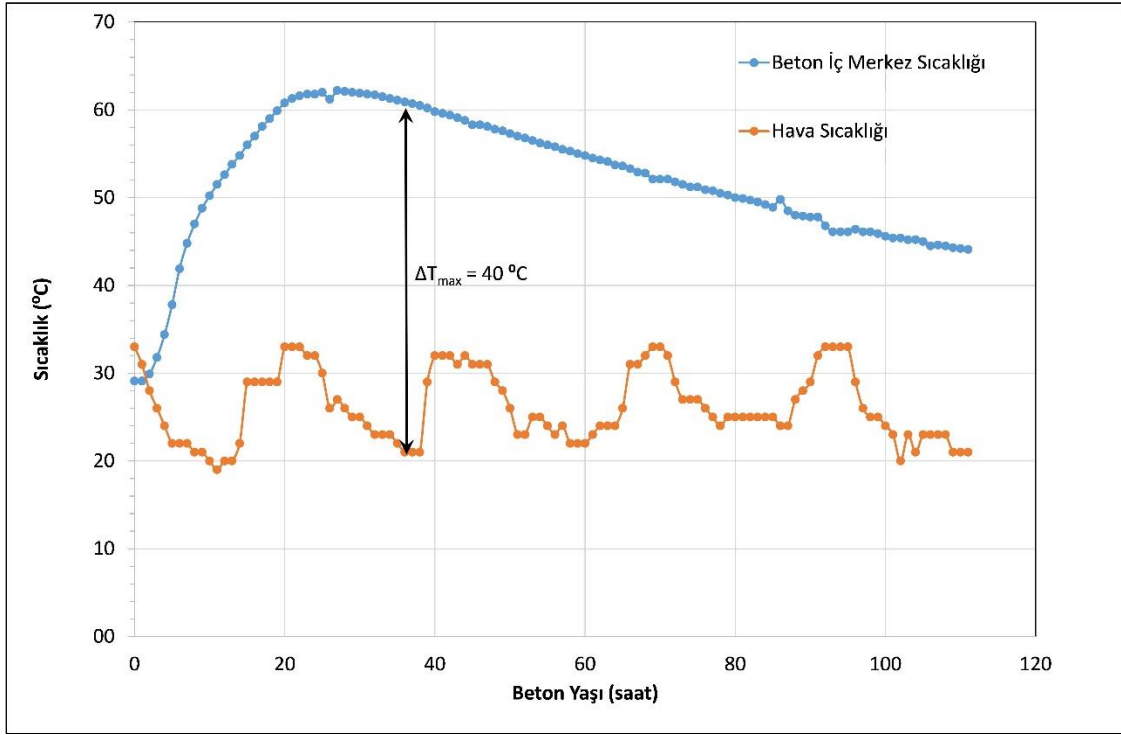
KKTC su temin projesi ile ilgili olarak deniz seviyesinin 250 m altında asılı halde 80 km boyunca Türkiye'den Kuzey Kıbrıs'a su taşıyacak olan HDPE boru hattı, deniz dibinde konumlandırılan beton ağırlık ankraj blokları ile tutulmaktadır. Deniz suyunun kimyasal ve biyolojik etkileri ile yüksek su basıncına maruz kalacak olan beton ankraj bloklarının servis ömürlerinin en az 50 yıl olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu amaçla beton imalatında bileşen malzeme seçimi ve beton bileşim özellikleri ile ilgili tüm gerekli tedbirler dikkate alınmıştır.

Betonun sülfat iyonlarının etkisine karşı dayanıklı olabilmesi amacıyla en az %60

cürüflü olan CEM III/A 42,5N çimentosu tercih edilmiş ve yapılan uzun süreli performans deneyleri sonucunda sülfata karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Buna ilave olarak betonun korozyona karşı dayanıklılığı, hızlı klorür iyonları geçirgenlik deneyi ile belirlenmiş ve çimento tipinin etkili olduğu görülmüş ve cürüflü çimento ile imal edilen ankraj bloğu betonlarının klorür iyonlarına karşı geçirgenlikleri ASTM C1202'ye göre çok düşük olarak elde edilmiştir. Beton, durabilite yönünden değerlendirildiğinde en az 50 yıllık servis ömrü gerekliliğinin sağlandığı tahmin edilmektedir. Projenin bitiminden itibaren, ankraj bloklarının yaklaşık 8 yıldır deniz suyu içinde ve altında hizmet verdiği düşünüldüğünde ve bu tarihe kadar herhangi bir olumsuz durum yaşanmadığı dikkate alındığında istenilen amacın sağlandığı kanaatine varılmıştır.

Beton ankraj bloklarının boyut olarak kütle betonu olarak değerlendirilmesi gerekli olduğundan ve çimentonun hidrasyon ısı ve çimento dozajı çok yüksek olduğu için, bu beton bloklarda betonun adiyabatik sıcaklık artışı da yüksek çıkmıştır. Bu tür ağır betonarme bloklarda, beton blokların iç ve dış yüzeyindeki sıcaklık farkı en fazla 25°C olması gerekmektedir. Bloklar içindeki bu sıcaklık farkının azaltılması amacıyla blokların imalatında kullanılan kalıplar yan yüzeylerden yalıtım malzemesi ile yalıtılarak kullanılmış ve blokların üst kısımlarının açık bırakılmış ve sıcaklık farkının 25°C'yi aşmaması için yaklaşık 30-35°C sıcaklıktaki su ile kür işlemine tabi tutulmuştur. Sıcaklık farkının oluşmaması için yan kalıplar 5 gün süreyle sökülmemiş ve beton sıcaklığı belirli bir miktar düşükten sonra kalıp alınmıştır. Bloklar bu şekilde korunmaya alınarak çatlakların önüne geçilmiştir. Böylece, sıcaklık farkı sabit tutulmuş ve 25°C'yi aşması engellenmiştir. Sonuç olarak, kalıplar dökümden sonraki gün hemen çıkarılmamış ve 5 gün boyunca kürlenmeye devam edilmiş ve kontrollü soğumaya bırakılmıştır.



Şekil 6 - Ankraj bloklarında ölçülen sıcaklık gelişimi

6 KATKI BELİRTME/TEŞEKKÜR

Bu çalışma Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü'nün desteği ile gerçekleştirilmiştir. Projenin yapımı sırasında özellikle Devlet Su İşleri Genel Müdür Yardımcısı Sayın Ömer Özdemir, proje boyunca çalışmalara

destek vererek yardımcı olmuş ve hem laboratuvar çalışmalarına hem de beton blokların yerinde uygulanmasına destek vermiştir.

7 KAYNAKLAR

- [1] ASTM C1202, Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
- [2] ACI Committee 318, Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318R-14), September 2014
- [3] TS EN 206+A2, Concrete - Specification, performance, production and conformity, 12.04.2021
- [4] ASTM C150/C150M-22, Standard Specification for Portland Cement, Jul 26, 2022
- [5] ASTM C595/C595M-23, Standard Specification for Blended Hydraulic Cements, Jul 26, 2023
- [6] TS 13515, Complementary Turkish Standard for the implementation of TS EN 206, 30.09.2021
- [7] TS EN 197-1, cement - Part 1: Composition, specifications and conformity criteria for common cements, 21.02.2012
- [8] Turkish Cement Manufacturers' Association Technical Report, Report No: 1539, Date:03.06.2013
- [9] ACI Committee 237, PRC-237-07, Self-Consolidating Concrete, 2019
- [10] TS 802, Design of concrete mixes, 24.03.2016
- [11] TS EN 12350-8, Testing fresh concrete - Part 8: Self-Self-compacting concrete-Slump-flow test, 25.08.2021

- [12]** ASTM C127-15, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate, 2015

- [13]** ASTM C128-22, Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate, Jan 05, 2023

- [14]** TS EN 196-2, Methods of testing cement - Part 2: Chemical analysis of cement, 18.12.2013

- [15]** TSE CEN/TR 196-4, Methods of testing cement - Part 4: Quantitative determination of constituents, 22.05.2008

- [16]** TS EN 196-1, Methods of testing cement - Part 1: Determination of strength, 11.07.2016

- [17]** TS EN 196-3, Methods of testing cement - Part 3: Determination of setting times and soundness, 9.01.2017

- [18]** TS EN 196-6, Methods of testing cement - Part 6: Determination of fineness, 03.02.2020

- [19]** ASTM C188-23, Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement, Apr 05, 2023

- [20]** TS EN 196-8, Methods of testing cement - Part 8: Heat of hydration – Solution method, 13.07.2010

- [21]** TS 13815, Mix design for mass concrete, 19.03.2018

- [22]** TS EN 12390-3, Testing hardened concrete - Part 3: Compressive strength of test specimens, 30.09.2019

Araştırma Makalesi / Research Article

2015-2020 YILLARINDA AKARÇAY İLE KOMŞU VE BENZER HAVZALARI İÇİN İNSANİ GELİŞME ENDEKSİNİN HESAPLANMASI VE SU VARLIĞININ KARŞILAŞTIRMASI

Özlem İRİTAŞ* 

DSİ Genel Müdürlüğü, Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı
Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Ana Bilim Dalı
198325504@gazi.edu.tr

Aysel Çağlan GÜNAL 

Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi, Ankara, Türkiye
caglangunal@gazi.edu.tr

Geliş (Received): 06.12.2023, Düzeltme (Revised): 28.05.2024, Kabul (Accepted): 30.05.2024

ÖZ

Genel olarak sürdürülebilirliğin değerlendirilmesinde farklı disiplinler tarafından kullanılan farklı ölçütler ve endeksler bulunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma konusunda, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından geliştirilen İnsani Gelişme Endeksi (İGE) son yıllarda en sık kullanılan göstergelerdendir. Sağlık, eğitim ve gelir gibi kavramları içine alan yaklaşımı ile İGE, ülkelerin gelişimini ölçmekte daha gerçekçi bir endeks olarak tanımlanmaktadır. İGE ve su kaynakları, dünya genelindeki toplumların refahını önemli ölçüde etkileyen, birbirine sıkı sıkıya bağlı bir ilişkiye sahiptir. İGE; insan refahının çok yönlü bir ölçüsü olarak, yaşam beklentisi, eğitim ve gelir gibi faktörleri kapsayarak bir ülkenin genel gelişimini açıklarken, su kaynakları; hayatı sürdürmek, tarımı desteklemek ve ekonomik büyümeyi teşvik etmek açısından temel bir rol oynar. Türkiye’de İGE hesaplamalarının çoğunlukla Türkiye geneli için yapıldığı, il bazında yapılan çalışmaların sınırlı olduğu, havza bazında bir çalışma bulunmadığı görülmektedir. Literatürde İGE ve su kaynakları arasındaki bağlantıyı araştıran az sayıda çalışma yer almakta olup, Türkiye’yi konu alan bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada, öncelikle 2015-2020 yılları için Akarçay Havzası ile kendisine komşu ve alan bakımından benzer havzaların (<10.000 km²) İGE hesaplaması yapılmıştır. Ayrıca havzaların su verimi ile İGE değerleri arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonucunda, Akarçay Havzasının İGE değerlerinin kendisine komşu ve benzer Havzalardan düşük olduğu ve Havza Su Verimi değerlerinin de komşu ve benzer havzaların altında olduğu görülmüştür. Buna göre su verimi ile İGE arasında bir bağlantı olup olmadığı incelenmiş olup, anlamlı bir korelasyon bulunamamıştır. Ancak literatürdeki çalışmalarla birlikte değerlendirildiğinde, su ile insani gelişme arasında karmaşık bir bağlantının mevcut olduğu ve bu bağlantının, İGE ve alt endeksleri ile su yönetiminin kalite, miktar, sulanan alan başına alınan ürün, içme suyuna ulaşan nüfus, birim suyla üretilen mal ve hizmetler gibi farklı parametreler arasındaki korelasyonlara dayalı olabileceği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnsani Gelişme Endeksi, İGE, Su Verimi, Türkiye, Akarçay Havzası

*Coressponding Author: Özlem İRİTAŞ e-posta: 198325504@gazi.edu.tr

CALCULATION OF HUMAN DEVELOPMENT INDEX AND COMPARISON OF WATER YIELD FOR AKARÇAY, NEIGHBORING AND SIMILAR BASINS BETWEEN 2015-2020

ABSTRACT

In general, there are different criteria and indices used by different disciplines to assess sustainability. In terms of sustainable development, the Human Development Index (HDI) developed by the United Nations Development Program (UNDP) is one of the most frequently used indicators in recent years. It includes sub-indices such as health, education and income, HDI is defined as a more realistic index to measure the development of countries. HDI and water resources have a close interdependent relationship that significantly affects the well-being of societies around the world. While the HDI is a multifaceted measure of human well-being, capturing factors such as life expectancy, education and income to explain a country's overall development, water resources play a fundamental role in sustaining life, supporting agriculture and stimulating economic growth. According to our best knowledge while HDI studies in Türkiye have been mostly prepared for country based, the studies conducted on a provincial basis are limited, and there is no study on a basin basis. In the literature, there are few studies investigating the link between HDI and water resources, and no study on Türkiye has been found. In this study, first of all, the HDI calculation was made for the Akarçay Basin and its neighboring and similar basins into <10,000 km² for 2015-2020 period. Additionally, the relationship between water yield of basins and HDI values was executed. It was seen that HDI values of the Akarçay Basin were lower than its Neighboring and Similar Basins and the Basin Water Yield values were below the Similar and Neighboring Basins. Accordingly, it was examined whether there is a connection between water yield and HDI and no significant correlation was found. However, when evaluated together with the studies in the literature, it is assessed that there is a complex link between water and human development and this link may be based on the correlations between HDI and its sub-indices and different parameters of water management such as quality, quantity, crops per irrigated area, population accessing drinking water, goods and services produced with unit water.

Keywords: Human Development Index, HDI, Water Yield, Türkiye, Akarçay Basin

1 GİRİŞ

Ülkelerin kalkınma ve gelişme durumu uzun yıllar sadece ekonomik büyüme ile ölçülmüştür. Ancak 90'lı yıllarla birlikte sürdürülebilir kalkınma, toplumsal refah gibi kavramların önemi giderek artmış ve ülkelerin kalkınmasında insani gelişme bir kıstas olarak ele alınmaya başlanmıştır. Birleşmiş Milletler, ülkelerin gelişmişlik düzeyini ölçmek üzere, insan refahına vurgu yapan İnsani Gelişme Endeksi'ni (İGE) oluşturmuştur. İGE, 1993 yılından bu yana Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından hesaplanarak Yıllık Gelişme Raporu'nda sunulmaktadır. Bu raporda ülkeler 0-1 aralığında ve düşük-orta-yüksek-çok yüksek şeklinde kategorilendirilerek sınıflandırılır. İGE, eğitim, sağlık ve gelir alt endekslerinin bileşiminden oluşmaktadır [UNDP, 2022].

Sağlık; doğuştan beklenen yaşam süresini ifade etmektedir. Beklenen ortalama ömür olarak da bilinmektedir. Sağlıklı bir yaşamın olduğu toplumda ortalama ömür artarken, eğitim

seviyesi de yükselmekte ayrıca sağlıklı bir toplumda hem yaşam kalitesinin hem de sağlık hizmetlerinin iyi olduğu kabul edilmektedir.

Eğitim; toplumun bilgi üretimi ve bilgiye ulaşma imkânlarını etkileyen temel faktörün bireylerin eğitim seviyesi olduğu kabul edilmektedir. İGE'yi hesaplamada kullanılan eğitim endeksini belirlemek için ülkedeki beklenen okullaşma yılı (BOY) ve ortalama okullaşma yılı (OOY) kullanılmaktadır. BOY, okula başlama yaşındaki bireylerin kaç yıl eğitim almasının beklendiği yani; bireyin eğitim alması beklenen toplam süre ile ölçülmektedir. OOY ise, 25 yaş ve üstündeki bireylerin ömürleri boyunca ortalama olarak kaç yıl eğitim aldıklarını yani; yetişkin nüfusun ortalama öğrenim süresini ifade etmektedir [Çağlar ve ark., 2017].

Gelir; insanca bir yaşam sürebilmek için ihtiyaç duyulan temel mal ve hizmetleri elde etmede kullanılan kaynakları ifade etmektedir. Satın alma gücü paritesine göre kişi başı Gayri Safi Yurüçi Hasıla olarak hesaplanmaktadır [Tıraş, 2019].

İGE konusunda yapılan çalışmalar incelendiğinde, genel olarak Türkiye ve diğer ülkeler arasında karşılaştırma yapıldığı, il bazındaki çalışmaların oldukça az sayıda olduğu görülmektedir.

Ünal [2008], Türkiye'nin bölgeleri arasındaki farklılıkları incelemek için İGE'sini hesaplamıştır. Sonuç olarak Türkiye'nin batısında bulunan bölgelerin doğusunda bulunan bölgelere göre daha yüksek endeks değerine sahip olduğu, ayrıca Doğu Marmara, Ege, Batı Marmara bölgelerinin endeks değerlerine göre ilk sıralarda, Güneydoğu, Ortadoğu, Kuzeydoğu Anadolu bölgelerinin alt sıralarda yer aldığı tespit edilmiştir.

Şeker [2011]' Türkiye'nin İGE değerinin yıllar itibarıyla artmış olmasına karşın İGE sıralamasında istikrarlı bir artış gözlenemediğini belirtmiştir. Ayrıca bu çalışmada 2003 yılı verilerine göre Türkiye'nin İGE sıralamasını yükselten değer kişi başı Gayri Safi Yurtiçi Hâsıla (GSYH) endeksinin olduğu ancak kişi başı GSYH'deki aynı artışın bundan sonraki yıllarda İGE'ye daha az katkı yapacağı, dolayısıyla, gelecekte İGE değerinde artış yaşamak için diğer alt endekslere de önem vermek gerektiği ifade edilmiştir.

Taşkaya [2020], kişi başına GSYH'nin, yeni refah ölçütlerinden biri olan illerin yaşam endeksi üzerinde etkisi olup olmadığını ve varsa ne derece etkili olduğunu ortaya koymak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışmada; literatüre benzer şekilde ekonomik değişkenler arasında kişi başına düşen GSYH'nin, illerin daha iyi yaşam durumunu en fazla etkileyen değişken olduğu ve tek başına endeksin %45,2'sini oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Gülel ve ark. [2017], UNDP'nin 2010 yılındaki düzenlemesinden sonra yapılan ilk çalışmalardan biri olarak, 2013 yılı için 81 ile ait Sağlık Endeksi, Eğitim Endeksi, Gelir Endeksi ve bu endekslerden hesaplanan İGE verisini sunmuşlardır. Endeks hesaplaması sonucunda Türkiye'de Ankara ilk sırada, Muş ise son sırada yer almıştır.

Düşündere'nin [2020], çalışmasında UNDP'nin metodolojisi ile uyumlu olarak 81 il için İGE değerleri hesaplanmış ve UNDP 2020 İnsani Gelişme Raporu (İGR) temelinde Türkiye'nin uluslararası İGE performansı değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre; 1990 yılında "orta gelişmişlik" düzeyinde olan Türkiye, performansını sürekli iyileştirerek önce "yüksek gelişmişlik", sonrasında ise "çok yüksek gelişmişlik" düzeyine yükselmiş olup, İGE

sıralamasında son 30 yılda en fazla yükseliş gerçekleştiren iki ülke Türkiye ve Singapur olarak görülmektedir. Türkiye'yi İGE'de aşağı sıralara çeken faktörün ortalama öğrenim düzeyi olduğu belirtilmiştir. Çalışmaya göre; Ankara Türkiye'nin en gelişmiş ili olarak öne çıkmaktadır. Ankara, İstanbul, Kocaeli, İzmir başta olmak üzere 21 ilimiz "çok yüksek gelişmişlik" grubunda yer alırken, 59 il "yüksek gelişmişlik" grubunda yer almakta, Ağrı "orta gelişmişlik" düzeyinde olan tek il olarak görülmekte, "düşük gelişmişlik" düzeyinde yer alan ilimiz bulunmamaktadır.

UNDP [2010] tarafından yayımlanan ilk İGR'ler daha çok çevresel tehditleri ele alırken, daha yeni İGR'lerin iklim değişikliği ve su kıtlığını ele aldığı belirtilmektedir. Son yıllarda su varlığı, yağış, hidroloji, suya erişim, sanitasyon gibi suyla ilgili verilerin kalkınma ve İGE ile ilişkisini ortaya koymayı amaçlayan çalışmalar da kısıtlı sayıda da olsa yapılmıştır.

Su, insanlık için sağlık, eğitim ve ekonomik refah fırsatları sağlar. Yapılan çalışmalarda ülkelerin su durumu, suya erişim, sanitasyon hizmetleri ve depolama vb. konusundaki kapasitelerinin gelişmişlikle ilgisi kurulmaya çalışılmıştır.

Brown ve Lall [2006], yağışın mevsimsel ve yıllar arası değişkenliğinin ulusların ekonomik kalkınmasında önemli ve ölçülebilir bir faktör olduğu hipotezini ileri sürmüşlerdir. 163 ülke için kişi başına düşen GSYH'nin iklim özellikleri ile ilişkisini araştıran bir regresyon modeli geliştirmişlerdir. Yağış değişkenliğinin yüksekliği ile düşük kişi başına düşen GSYH arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Bu korelasyonu kurduktan sonra, yağış değişkenliğinin gıda ve temel ihtiyaçlar için su mevcudiyeti üzerindeki etkilerini azaltmak amacıyla depolama altyapısına en fazla ihtiyaç duyan alanları vurgulayan bir su kaynakları geliştirme endeksi oluşturmuşlardır. Sonuçlar; çoğunluğu Afrika'da bulunan ve dünyanın en fakir ülkeleri arasında yer alan ülkelerin, en kritik altyapı ihtiyaçlarına sahip ülkeler olduğunu göstermiştir.

Kumar ve ark. [2008] bir ülkenin su durumu, suya erişim ve kullanım, su ortamının durumu ve su sektöründeki kurumsal yetenekler ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantının doğasını analiz etmişlerdir. Bir ülkenin su durumunu gerçekçi bir şekilde değerlendirmek amacıyla; çeşitli kullanımlar için suya erişim gibi önemli özellikleri yakalayabilen; farklı sektörlerde su kullanım düzeyi; su ortamının durumu ve su sektöründeki teknolojik ve kurumsal kapasiteyi dikkate alan, Sürdürülebilir Su Kullanım Endeksi (SWUI) adlı

Su Yoksulluk Endeksinden (WPI) [Sullivan, 2002] türetilmiş yeni bir endeks önermişlerdir.

Çalışmalarında Su Yoksulluk Endeksinden elde edilen sürdürülebilir su kullanım endeksi verileri; 145 ülke için insani gelişme ve kişi başına düşen GSYH (satın alma gücü paritesi) ve 117 ülke için küresel açlık endeksi verileri analiz edilmiştir. Aynı zamanda sıcak ve kurak tropik iklim endeksinde yer alan ülkelerde su depoları oluşturmanın ekonomik büyümeyi nasıl desteklediğini göstermek amacıyla 22 ülke için kişi başına baraj depolama verilerini analiz etmişlerdir. Çalışma sonuçlarında çok zayıf insani gelişme göstergeleri gösteren ekonomik açıdan fakir ülkelerin, su sektörü sorunlarına çözüm bulmak için ekonomik koşulların iyileşmesini beklemesine gerek olmadığını göstermiştir. Bunun yerine, su altyapısı için yatırım, kurumların oluşturması, suya erişim ve kullanımı ve su durumunu iyileştirecek politika reformlarının uygulanması önerilmiştir.

Kumar ve ark.'nın [2008] yaptığı çalışma, SWUI'deki artışın insani gelişme göstergelerini yükselttiğini ve büyümenin temelini hazırladığını göstermesi açısından önemli bir çalışmadır. Çalışmanın sonuçları bir ülkenin insani gelişmedeki ilerlemesinin ekonomik refahıyla çok az ilgili olduğunu ve bir ülkenin, su, sağlık ve eğitim altyapısına yatırımları teşvik eden refah odaklı politikalar yoluyla düşük ekonomik büyüme seviyelerinde bile iyi kalkınma göstergelerine ulaşabileceğini göstermektedir. Bu, su ile ilgili sorunların çözümü için ekonomik büyümenin bir ön koşul olmadığı anlamına gelmektedir. Çalışmada yapılan regresyon analizi sonucunda suyla ilgili tüm yönlerin (suya erişim, su kullanımı, su ortamı ve su sektörü kapasitesi) ekonomik büyümeyi sağlamak için eşit derecede önemli olduğu bildirilmiştir. Araştırmanın sonuçlarında ayrıca sıcak ve kurak tropikal ülkelerde, büyük su depolarına yapılan yatırımın ekonomik büyümeyi desteklemeye yardımcı olduğu, yetersiz beslenme ve çocuk ölümlerini de azalttığı belirtilmektedir.

Susnik ve van der Zaag [2017], İGE ve dört boyut endeksinin her birini (beklenen yaşam süresi, beklenen ve ortalama eğitim yılı ve kişi başına düşen GSYH) ulusal GSYH, kişi başı GSYH, kişi başına su çekimi, toplam ulusal su çekimi (kaynaktan çekilen brüt su hacmi), güvenli içme suyuna erişim, yıllık elektrik üretimi-tüketimi ve elektrik arzına erişim ile ilişkilendirmek üzere 40 korelasyon tespit ettikleri oldukça kapsamlı bir araştırma yapmışlardır. Araştırmada güvenli içme suyuna erişim (toplam nüfusun yüzdesi olarak) dikkate alındığında; en güçlü korelasyonu İGE ile

göstermekte (0.67), bunu kişi başına düşen GSYH ile olan korelasyon takip etmekte ve en düşük korelasyonu ise ortalama yaşam süresi ile (0,57) göstermektedir.

Susnik ve van der Zaag [2017] bu çalışmalarını ile; ulusal GSYH toplamları, su çekimi ve kişi başına su çekiminin İGE ve onun boyut endeksleri ile güçlü bir şekilde ilişkili olmadığını ancak kişi başına düşen GSYH ile temiz suya ve elektrik arzına erişimin, İGE ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Su ve elektriğe erişimin kişi başına düşen GSYH'nin temel etkenleri olduğunu gösteren sonuçlara dikkat çekmişlerdir. Ayrıca sonuçlar, eğer bir ülke, örneğin su arıtma ve dağıtım sistemlerine yatırım yaparak kişisel düzeyde zenginliği ve kaynaklara erişimi iyileştirmeye yönelik politika ve kaynakları harekete geçirirse, bu yatırımın İGE büyümesinde hızlı bir şekilde ortaya çıkacağını gösterdiğini ifade etmektedir.

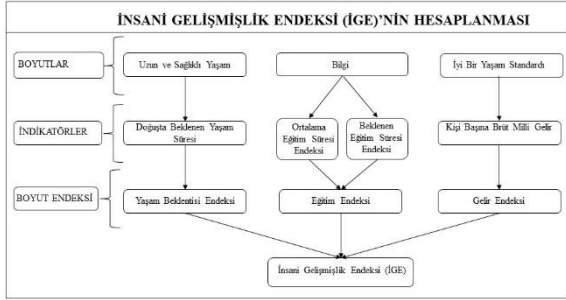
Amorocho-Daza ve ark. [2023], temel su ve sanitasyon hizmetlerine erişim, tatlı su varlığı ve su depolamanın, dünya çapında insani gelişmeyi etkileyebilecek boyutlardan bazıları olduğunu ve halen su ve insani gelişme arasındaki ilişkiyi niceliksel olarak inceleyen çok az çalışma olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmada suyla ilgili değişkenler ile küresel olarak insani gelişme arasında güçlü bir karşılıklı bağımlılık olduğunu ortaya koymuşlardır. Su hizmetlerine erişimin, İGE'yi olumlu yönde etkilediği, su kaynaklarının mevsimsel değişkenliğinin İGE'yi kısıtladığı ve büyük su depolamalarının çok önemli bir etkisi olmadığını tespit etmişlerdir. 2000- 2017 yılları arasındaki verileri kullanarak yaptıkları bu çalışma ile; bir ülkenin su ve sanitasyon erişimindeki %1,3 ila %3,2'lik bir artışın İGE'sindeki %1'lik bir artış ile ilişkili olduğu anlamına geldiğini ifade etmişlerdir. Yazarlar su arıtma ve dağıtım ağlarına yapılan yatırımların İGE değişikliği üzerinde güçlü etkileri olacağı anlamına geldiği; bunun, ulusal kalkınma politikası tartışmalarında önemli bir rol oynayabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

Su ve sanitasyon altyapısına yapılan yatırımlar vatandaşların daha sağlıklı olmasını ve daha iyi bir hayat sürmesini sağlayarak ulusal büyüme ve kalkınmaya daha fazla katkıda bulunabilmesini sağlar. Böylece bu yatırımlar uzun vadeli toplumsal faydalar sağlayarak yıllar içinde geri döner. Yapılan literatür taramasında, Türkiye'de il ve havza bazında İGE'nin hesaplandığı ve bu verilerin su kaynakları ile bağlantısının araştırıldığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile Akarçay Havzası ile Komşu ve alansal olarak benzerlik gösteren havzaların İGE'si ve bu havzalarda kilometrekare başına

düşen su miktarı (su verimi-lt/s/km²) hesaplanarak, söz konusu havzalar İGE ve su verimi bakımından karşılaştırılmıştır.

2 METODOLOJİ ve ÇALIŞMA SAHASI

İGE'nin hesaplanmasında UNDP Teknik Notlarında yer alan metodoloji kullanılmıştır [UNDP 2022, 2022a,b]. Hesaplama sistemi; eğitimde geçen ve geçmesi beklenen süre, doğuştan beklenen yaşam süresi ve satın alma gücü pariteli milli geliri esas alan ve Şekil 1'de şematize edilen aşağıdaki parametreleri içermektedir.



Şekil 1. İnsani Gelişim Endeksinin Hesaplanması

2.1 Yaşam Beklentisi Endeksi (YBE)

Yaşam Beklentisi Endeksi aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$\text{Yaşam Beklentisi Endeksi} = \frac{YBE-20}{85-20} \quad (1)$$

Formülde yer alan YBE; doğuştan beklenen yaşam süresidir.

YBE değeri için TÜİK tarafından yayınlanan "İllere ve cinsiyete göre doğuştan beklenen yaşam süreleri, 2015-2017, 2018-2020" adlı veri seti, TÜİK web sitesinden temin edilmiştir [TÜİK, 2023].

2.2 Eğitim Endeksi (EE)

Eğitim Endeksi, 25 yaş üstü bireylerin ortalama olarak almış olduğu eğitim süresi ile hali hazırda eğitim çağında olan bireylerin eğitim hayatlarının sonuna kadar alması beklenen eğitim süresi birleştirilerek ölçülmektedir ve her birine %50 ağırlık verilmektedir. Eğitim Endeksi aşağıdaki formüllerle hesaplanmaktadır:

$$EE = \frac{\text{Ortalama Eğitim Süresi Endeksi} + \text{Beklenen Eğitim Süresi Endeksi}}{2} \quad (2)$$

2.2.1. Ortalama Eğitim Süresi Endeksi (OESE)

25 yaş ve üzeri bireylerin hayatı boyunca aldıkları eğitim yıllarının ortalaması olan yetişkin eğitiminin ortalama yılını gösteren bir göstergedir.

Ortalama Eğitim Süresi için TÜİK in "Öğretim Yılı ve Eğitim Seviyesine Göre Okullaşma Oranı, 1997-2022" adlı veri seri kullanılarak [TÜİK, 2023a], Türkiye'de 25 yaş üstündeki (okullaşma yaşını tamamladığı öngörülen) kişilerin bitirdikleri okullara ve okul türüne göre okulda geçirilen yıllar tespit edilmiştir. Okuma yazma durumu bilinmeyen, okuma yazma bilmeyen ve okuma yazma bilen fakat bir okul bitirmeyen kişiler hesaplamaya dâhil edilmemiştir.

$$OESE = \frac{\text{Ortalama Eğitim Süresi (OESE)} - 0}{15 - 0} \quad (3)$$

2.2.2. Beklenen Eğitim Süresi Endeksi (BESE)

Yaşa bağlı okula kayıt oranlarının mevcut şekilde kalması halinde, okula başlama yaşındaki bir bireyin öğrenim hayatının toplam yıl sayısını göstermektedir [Şeker, 2011].

$$BESE = \frac{\text{Beklenen Eğitim Süresi (BESE)} - 0}{12 - 0} \quad (4)$$

Beklenen Eğitim Süresi için TÜİK in "İl, Tek Yaş ve Cinsiyete Göre Nüfus, 2007-2021" ve Öğretim yılı ve seviyesine göre okullaşma oranı, 1997-2021 adlı veri setleri kullanılmıştır [TÜİK, 2023b, 2023c]. TÜİK'ten alınan verilerden, ilkökul, ortaokul, ortaöğretimde yer alan kişi sayısı tespit edilmiştir. Şehirde üniversite okuyan gençlerin hangilerinin o illerde daimî olarak yaşadığı verisi bulunamadığından üniversite öğrencileri hesaplamaya dahil edilmemiştir. Bu nedenle BESE formülünde 18 yıl olan yıl sayısı, 12 alınmıştır.

2.3. Gelir Endeksi (GE)

Gayrisafi Yurtiçi Hasıla (GSYH), bir ülke vatandaşlarının verilen bir yıl için ürettikleri toplam mal ve hizmetlerin, belli bir para birimi karşılığında değerinin toplamıdır. Kişi Başına Brüt Milli Gelir; satın alma gücü paritesi oranları kullanılarak uluslararası dolara çevrilen gayri safi milli gelirdir. Uluslararası bir doların GSYH üzerindeki satın alma gücü, ABD dolarının Amerika Birleşik Devletleri'nde sahip olduğu ile aynıdır [UNDP, 2022a].

Gelir Endeksi hesaplamalarında TÜİK'in "İl bazında kişi başına gayrisafi yurt içi hâsıla,

2004-2020" adlı veri seti kullanılmıştır [TÜİK, 2023ç].

2.4. İnsani Gelişme Endeksi (İGE)

İGE'yi hesaplamak üzere; yukarıda hesaplanan Yaşam Beklentisi Endeksi, Eğitim Endeksi ve Gelir Endeksinin geometrik ortalaması alınır [UNDP, 2022a].

$$İGE = \sqrt[3]{YBE.EE.GE} \quad (5)$$

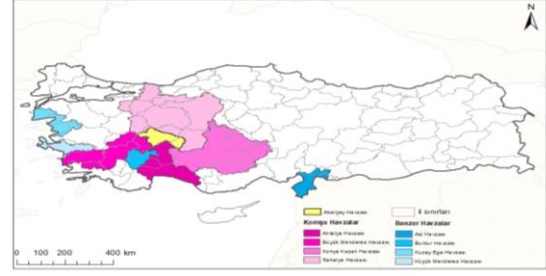
2.5. Çalışma Sahası

Bu çalışmada Akarçay Havzası odak çalışma sahası olarak belirlenmiş olup Akarçay Havzasının, sınır komşusu olan havzalar ve yüzölçümü olarak kendisine benzer (<10.000 km²) havzalar ele alınmıştır. Bu havzaların birbiri ve Türkiye ortalaması ile İGE ve Su Verimleri açısından karşılaştırması yapılmıştır. Akarçay Havzası Türkiye'nin batısında yer almakta olup (Şekil 2), 7.989 km²lik yüzölçümü ile kendisine komşu havzalar içerisinde yüzölçümü bakımından en küçük alana sahiptir. Sakarya, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Antalya Havzaları Akarçay Havzasına komşu olan havzalardır ve sırasıyla yüzölçümleri 63.357 km², 50.037 km², 26.133 km² ve 20.330 km²'dir. Kuzey Ege, Küçük Menderes, Burdur ve Asi Havzaları ise Akarçay Havzasına alan olarak benzer havzalardır ve sırasıyla yüzölçümleri 9.973 km², 7.059 km², 6.306 km² ve 7.912 km²'dir. Akarçay Havzası, benzer havzalar içerisinde ise Kuzey Ege Havzasından sonra yüzölçümü bakımından en büyük ikinci havzadır [Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB),2023-2023f]. Çalışma sahası olan havzalar, Şekil 3'te harita üzerinde gösterilmektedir.



Şekil 2. Havzalar Haritası [Uzun ve Garipağaoğlu,2020]

İGE hesaplamalarını yapmak için önce illere göre Sağlık, Gelir ve Eğitim Endekslerinin hesaplamaları yapılmıştır.



Şekil 3. Çalışma Sahası Haritası

Havzalarda yer alan illerin havzada kapladığı alanlar incelendiğinde bazı illerin çok küçük bir pay aldığı, bazı illerin ise havzanın büyük kısmını oluşturduğu görülmektedir. Örneğin Büyük Menderes Havzasında bulunan Manisa ili havzanın sadece %0,01'lik kısmını, Kütahya İli ise %0,03'lük kısmını oluşturmaktadır. Küçük Menderes Havzasında yer alan İzmir havzanın %95'lik kısmını, Asi Havzasında yer alan Hatay ise havzanın %70,40'lık kısmını oluşturmaktadır. Bu durum, illerin havzaların sağlık, eğitim ve gelir değerlerine katkısının farklı oranlarda olacağını düşündürmektedir. Bu nedenle; havzaların endeks değerlerinin hesaplanmasında, illerin havzada kapladığı alan oranında bir katkılar olacağı kabul edilmiştir.

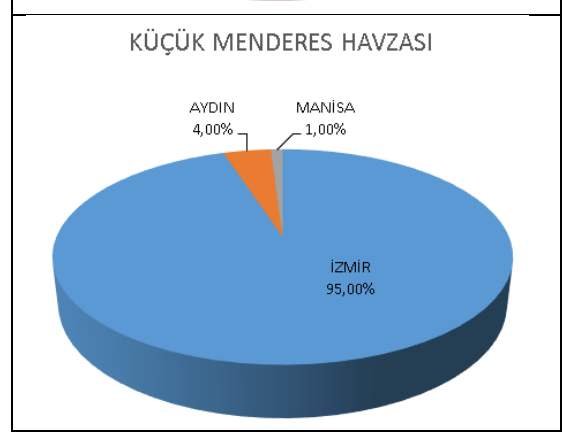
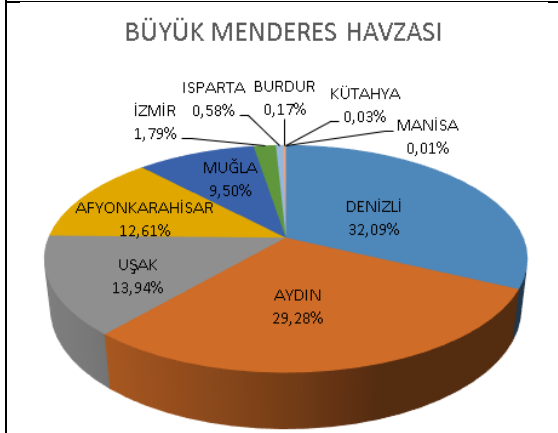
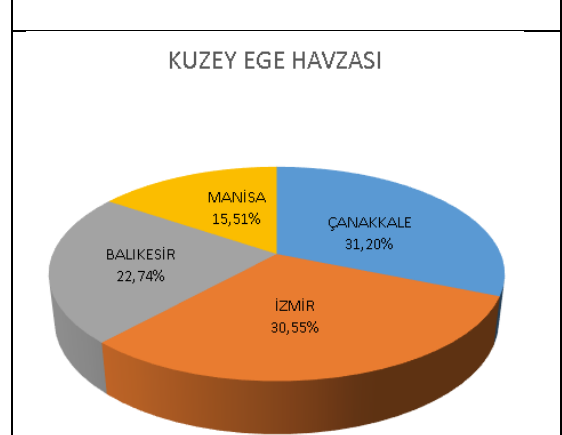
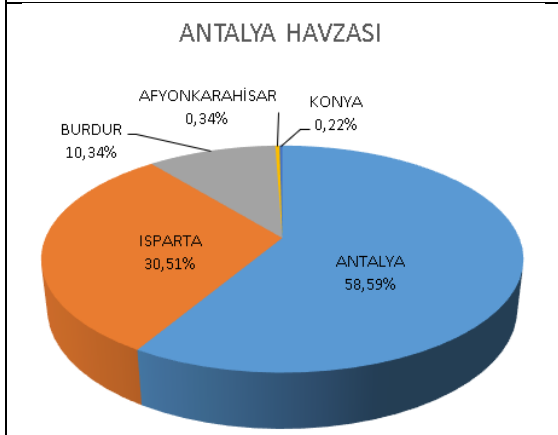
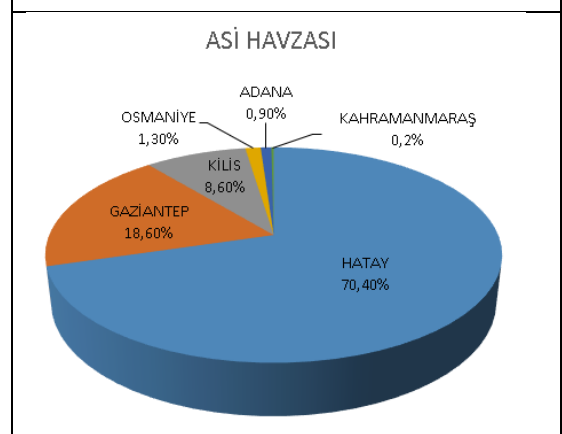
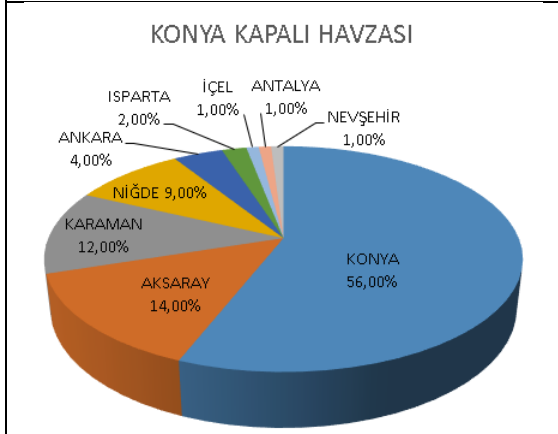
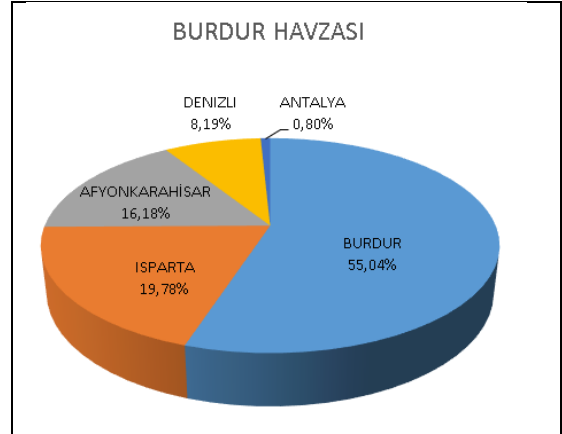
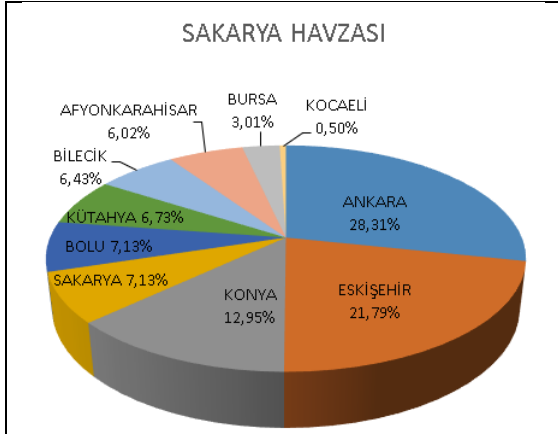
Havzaları oluşturan illerin ilgili havzaya etki eden alan oranları, Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB) tarafından yayınlanan havza tanıtım kitapçıklarından alınarak havzalar özelinde illerin Sağlık, Eğitim ve Gelir Endekslerine oransal katkısı hesaplanmıştır [TOB, 2023-2023f]. Havza sınırları içerisinde bulunan illerin ilgili havzaya alan olarak oransal katkıları Şekil 4 ve Şekil 5'te verilmiştir. Hesaplanan bu değerlerle, 5 numaralı formül kullanılarak havzalara ait İGE değerleri hesaplanmıştır.

Su verimi, alan başına düşen akım değerini ifade etmektedir. Su verimi, havzaların İGE değerleri ile su varlığının karşılaştırılmasında kullanılmak üzere 6 numaralı formül ile hesaplanmıştır.

$$Su\ Verimi = \frac{Yüzel\ Suyu\ Akımı\ (l/s)}{Alan\ (km^2)} \quad (6)$$

2.6 İstatistiksel Analizler

Veri analizi için MS-Excel 2016 ve IBM SPSS Statistics Ver. 22.00 programları kullanılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler ortalama \pm standart sapma şeklinde gösterilmiştir. Çalışılan havzalarda 2015-2020 yılları arasındaki İGE ve gelir endeksi ile su verimi arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson korelasyon katsayısı hesaplandı. İstatistiksel kararlarda $p < 0.05$ anlamlı kabul edilmiştir.



Şekil 4. Akarçay Havzasına Komşu Havzalarda Havza Sınırları İçinde Bulunan İllerin Alansal Katkı Oranları

Şekil 5. Akarçay Havzasına Benzer Havzalarda Havza Sınırları İçinde Bulunan İllerin Alansal Katkı Oranları

3 SONUÇLAR

3.1. İGE ve Alt Bileşen Endeks Değerleri

Havzalara etki eden illerin alan oranları ile düzeltilmiş endeks değerlerinin sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Komşu ve Benzer Havzalar için elde edilen değerlerin ortalaması ve standart sapmaları hesaplanmıştır. Akarçay Havzası için tek bir değer olduğundan gerçek değeri verilmiştir.

Sağlık Endeksi formülüne göre Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların Eğitim Endeksleri yıllara göre hesaplanmıştır (Tablo 1). Akarçay Havzasının Sağlık Endeksi, incelenen yıllar süresince 0,90 değerine sahiptir. Komşu ve Benzer Havzalar, incelenen yıllarda her zaman Akarçay Havzasından 0,01 puan daha düşüktür. Türkiye ortalaması ile karşılaştırıldığında; Akarçay Havzası incelenen yıllarda her zaman Türkiye ortalaması ile aynı değerlere sahiptir.

Eğitim Endeksi formülüne göre Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların Eğitim Endeksleri yıllara göre hesaplanmıştır (Tablo 1). Akarçay Havzasında Eğitim Endeksinin 2015 yılında 0,68 olduğu 2016 yılında 0,01 puan artarak 0,69'a çıktığı, 2017 ve 2018 yıllarında ise yeniden 0,01 puan artışla 0,70 değerine ulaştığı Tablo 1. Havzalara Göre 2015-2020 Yılları Arasında Hesaplanan Sağlık, Eğitim, Gelir Endeksleri Değerleri

belirlenmiştir. 2019 yılında 0,02 puan artışla 0,72 değerine çıktıktan sonra, 2020 yılında 0,01 puan düşüşle 0,71 değerine ulaşmıştır. Komşu ve Benzer Havzalar, incelenen yıllarda her zaman Akarçay Havzasından daha yüksektir. Türkiye ortalaması ile karşılaştırıldığında; Akarçay Havzasının 2016, 2017 ve 2019 yıllarında benzer değerlere sahip olduğu ancak 2015, 2018 ve 2020 yıllarında ise 0,01 puan düşük olduğu belirlenmiştir.

Gelir Endeksi formülüne göre Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların Gelir Endeksleri değerleri yıllara göre hesaplanmıştır (Tablo 1). Akarçay Havzasında Gelir Endeksi 2015 ve 2016 yılında 0,79 çıkmıştır. 2017 yılı ve sonrasında ise 0,01 puan artarak 0,80 değerine ulaştığı belirlenmiştir. Komşu ve Benzer Havzalar; incelenen yıllarda her zaman Akarçay Havzasından daha yüksektir. Türkiye ortalaması ile karşılaştırıldığında; Akarçay Havzasının 2016 ve 2019 yılları arasında benzer değerlere sahip olduğu ancak 2020 yılında ise 0,01 puan düşük olduğu belirlenmiştir.

Havzalara ait Sağlık, Eğitim ve Gelir Endeks değerleri İGE formülünde yerine konularak, Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların İGE değerleri yıllara göre hesaplanmıştır. Sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

	HAVZALAR	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Genel
SAĞLIK ENDEKSİ	Akarçay Havzası	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90 ± 0
	Komşu Havzalar*	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0
	Benzer Havzalar**	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0	0,89 ± 0
	Türkiye Geneli	0,90 ± 0	0,90 ± 0	0,90 ± 0	0,90 ± 0	0,90 ± 0	0,90 ± 0	0,90 ± 0,01
EĞİTİM ENDEKSİ	Akarçay Havzası	0,68	0,69	0,70	0,70	0,72	0,71	0,70 ± 0,01
	Komşu Havzalar*	0,71 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,73 ± 0,02	0,73 ± 0,02	0,75 ± 0,02	0,74 ± 0,02	0,73 ± 0,01
	Benzer Havzalar**	0,71 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,72 ± 0,02	0,73 ± 0,02	0,74 ± 0,02	0,74 ± 0,02	0,73 ± 0,01
	Türkiye Geneli	0,69 ± 0,04	0,69 ± 0,05	0,70 ± 0,04	0,71 ± 0,04	0,72 ± 0,04	0,72 ± 0,03	0,71 ± 0,02
GELİR ENDEKSİ	Akarçay Havzası	0,79	0,79	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80 ± 0,01
	Komşu Havzalar*	0,82 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,84 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,83 ± 0,01
	Benzer Havzalar**	0,82 ± 0,03	0,82 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,84 ± 0,04	0,83 ± 0,01
	Türkiye Geneli	0,79 ± 0,05	0,79 ± 0,05	0,80 ± 0,05	0,80 ± 0,05	0,80 ± 0,05	0,81 ± 0,05	0,80 ± 0,01

Değerler Ort ± SS olarak verilmiştir.

* Komşu Havzalar: Sakarya, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Antalya Havzaları

** Benzer Havzalar: Kuzey Ege, Küçük Menderes, Burdur ve Asi Havzaları (Alan olarak (<10.000 km²) Akarçay Havzasına benzer havzalar)

Tablo 2. Havzalara Göre 2015-2020 Yılları Arasında Hesaplanan İGE Değerleri

	HAVZALAR	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Genel
İGE	Akarçay Havzası	0,78	0,79	0,79	0,79	0,80	0,80	0,79 ± 0,01
	Komşu Havzalar*	0,80 ± 0,02	0,81 ± 0,02	0,81 ± 0,01	0,81 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,81 ± 0,01
	Benzer Havzalar**	0,80 ± 0,02	0,81 ± 0,02	0,81 ± 0,02	0,81 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,82 ± 0,02	0,81 ± 0,01
	Türkiye Geneli	0,79 ± 0,03	0,79 ± 0,03	0,79 ± 0,03	0,80 ± 0,03	0,80 ± 0,03	0,81 ± 0,03	0,80 ± 0,01

Değerler Ort ± SS olarak verilmiştir.

* Komşu Havzalar: Sakarya, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Antalya Havzaları

** Benzer Havzalar: Kuzey Ege, Küçük Menderes, Burdur ve Asi Havzaları (Alan olarak (<10.000 km²) Akarçay Havzasına benzer havzalar)

Akarçay Havzasında 2015 yılında 0,78 olarak bulunan İGE değeri, 2016, 2017 ve 2018 yıllarında 0,01 puan artarak 0,79'a çıkmıştır. 2019 yılından itibaren ise yine 0,01 puan artarak 0,80'e ulaştığı belirlenmiştir. Komşu ve Benzer Havzaların İGE ortalaması incelenen yıllarda her zaman Akarçay Havzasından daha yüksektir. Türkiye ortalaması ile karşılaştırıldığında; Akarçay Havzasının 2015, 2018 ve 2020 yıllarında 0,01 puan düşük olduğu, 2016, 2017 ve 2019 yıllarında ise eşit olduğu belirlenmiştir. İncelenen yıllar içerisinde Akarçay Havzasının Türkiye geneli İGE ortalamasından 0,01 puan düşük olduğu belirlenmiştir.

3.2. Havzalara Ait Su Verimleri

Havzaların İGE değerleri ile Su Verimlerini karşılaştırmak üzere havzaların Su Verimleri ortalaması ± standart sapma değerleri hesaplanmıştır. Akarçay Havzası için tek bir değer olduğundan gerçek değeri verilmiştir. Ancak, Tablo 3'te görüldüğü üzere Komşu ve Benzer Havzalar ve Türkiye Geneli Ortalama Yıllık Su Verimi standart sapma değerleri yüksek çıkmıştır. Karadeniz ve Akdeniz Bölgesinde

bulunan havzalara ait Su Verimi değerleri yüksek olduğundan dolayı (Antalya Havzası 20,3 lt/s/km² ve Doğu Karadeniz Havzası 22,8 lt/s/km²) Ortalama Yıllık Su Verimi değerlerini çok etkilediği düşünülmüştür. Bu sebeple, karşılaştırma parametresi olarak Yıllık Su Verimi Ortancası kullanılmış olup sonuçlar ortanca (en düşük- en yüksek) şeklinde verilmiştir. Yıllık Su Verimi Ortancası değerlerine bakıldığında en yüksek ve en düşük verim değerleri arasındaki farkların ne kadar büyük olduğu görülmektedir. Su verimi formülüne göre Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların yıllık ortalama su verimleri hesaplanmıştır (Tablo 3). Akarçay Havzasında yıllık ortalama su veriminin 1,5 l/s/km² olduğu ve bu değer Komşu ve Benzer Havzalara ait yıllık ortalama su verimi değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir. Akarçay Havzasında yıllık ortanca su verimi değerlerine bakıldığında yine Komşu ve Benzer Havzaların değerlerinin altındadır kaldığı görülmüştür. Türkiye ortalaması ile karşılaştırıldığında; Akarçay Havzasının yıllık ortalama su verimi ve yıllık ortanca su verimi değerlerinin de Türkiye geneli değerlerinden düşük olduğu belirlenmiştir.

Tablo 3. Havzalara Göre Hesaplanan Su Verimi Değerleri

	HAVZALAR	Ortalama Yıllık Su Verimi (l/s/km ²) ^a	Yıllık Su Verimi Ortancası (l/s/km ²) ^b
SU VERİMİ	Akarçay Havzası	1,50	1,5
	Komşu Havzalar*	7,18 ± 8,8	3,45 (1,5 - 20,3)
	Benzer Havzalar**	4,4 ± 2,87	4,60 (1,2 - 7,2)
	Türkiye Geneli	7,66 ± 5,54	6,45 (1,2 - 22,8)

a: Değerler Ort ± SS olarak verilmiştir.

b: Değerler Ortanca (en küçük – en büyük) olarak verilmiştir.

* Komşu Havzalar: Sakarya, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Antalya Havzaları

** Benzer Havzalar: Kuzey Ege, Küçük Menderes, Burdur ve Asi Havzaları (Alan olarak (<10.000 km²) Akarçay Havzasına benzer havzalar)

3.3. Havzalara Ait İGE ve Su Verimi

Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzalarının İGE değerlerinin hesaplanması ve

bu değerlerin ilgili havzalarla su varlığı açısından kıyaslanması amacıyla yapılan bu çalışmada; Akarçay Havzasına Komşu ve Benzer Havzalar için İGE ve Su Verimi değerleri hesaplanmış olup bu değerler Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Havzalara Göre Hesaplanan İGE ve Su Verimi Değerlerinin Karşılaştırılması

HAVZALAR	İGE (Ort ± SS)	Yıllık Su Verimi Ortalaması (l/s/km ²) ^a	Yıllık Su Verimi Ortancası (l/s/km ²) ^b
Akarçay Havzası	0,79 ± 0,01	1,5	1,5
Komşu Havzalar*	0,81 ± 0,01	7,18 ± 8,8	3,45 (1,5 - 20,3)
Benzer Havzalar**	0,81 ± 0,01	4,4 ± 2,87	4,6 (1,2 - 7,2)
Türkiye Geneli	0,80 ± 0,01	7,66 ± 5,54	6,45 (1,2 - 22,8)

a: Değerler Ort ± SS olarak verilmiştir.

b: Değerler Ortanca (minimum – maksimum) olarak verilmiştir.

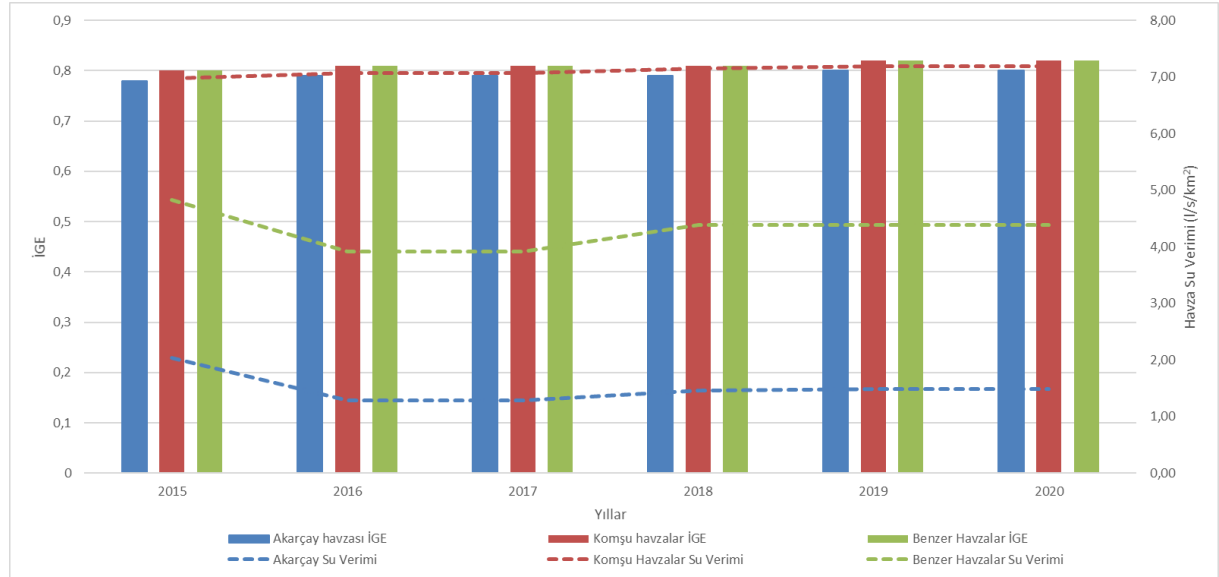
* Komşu Havzalar: Sakarya, Konya Kapalı, Büyük Menderes ve Antalya Havzaları

** Benzer Havzalar: Kuzey Ege, Küçük Menderes, Burdur ve Asi Havzaları (Alan olarak (<10.000 km²) Akarçay Havzasına benzer havzalar)

2015-2020 yılları arasında çalışılan havzalara ait İGE ve Su Verimi değerleri Şekil 6'da verilmiştir. Bu yıllarda Akarçay Havzasının İGE bakımından her zaman Komşu ve Benzer Havzalardan daha düşük bir değere sahip olduğu görülmüştür. Aynı şekilde Su Verimi değerlerine bakıldığında 2015-2020 yılları arasında Akarçay Havzası her zaman Komşu ve Benzer Havzaların değerlerinin altında kalmaktadır. Komşu ve Benzer Havzalar İGE ve Su Verimi açısından karşılaştırıldığında ise; 2015-2020 yılları arasında İGE değerleri aynı olmasına rağmen,

Komşu Havzaların Su Verimi değerlerinin Benzer Havzalardan 2015 yılı için %44, 2016 ve 2017 yılları için %80 ve 2018,2019 ve 2020 yılları için %64 oranında daha fazla olduğu görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre; Akarçay Havzasının İGE değeri bakımından Türkiye ortalaması ile Komşu ve Benzer Havzaların altında olduğu görülmüştür. Su Verimi bakımından da karşılaştırılan havzaların ortalama ve ortanca değerlerine göre düşük olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6. 2015-2020 Yılları Arasında Havzalara Göre İGE ve Su Verimi Değerlerinin Karşılaştırılması

3.4. İstatistiksel Değerlendirme

Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların su verimleri ile İGE'leri arasında bir bağlantı olup olmadığını incelemek amacıyla yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson korelasyon katsayısı (r) 0,014 ve p değeri 0,921 ($>0,05$) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar neticesinde, çalışılan havzalarda su verimi ile İGE arasında anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

Benzer şekilde Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaların 2015-2020 yıllarında gelir endeksleri ile su verimleri arasında yapılan istatistiksel analiz sonucunda Pearson korelasyon katsayısı (r) 0,125 ve p değeri 0,368 ($>0,05$) olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlar neticesinde, çalışılan havzalarda su verimi ile gelir endeksi arasında da anlamlı bir ilişki bulunamamıştır.

4 TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Akarçay Havzası ve Komşu ve Benzer Havzalar ile Türkiye geneli İGE değerlerinin hesaplandığı ve İGE ile su varlığı arasında bir bağlantı olup olmadığını incelediği bu çalışmada; su verimleri ile İGE değerlerinin karşılaştırmaları yapılmıştır. Akarçay Havzası İGE değerleri incelendiğinde; Sağlık Endeksinde Komşu ve Benzer Havzalardan daha yüksek bir değere sahip olmasına rağmen Eğitim ve Gelir Endekslerinde daha düşük değerlere sahip olduğu görülmüştür. Bu sebeple İGE bakımından bu havzaların endeks değerlerinin altında kalmıştır. Komşu ve Benzer Havzalarda bulunan illerin sanayi ve tarım açısından Akarçay Havzasına kıyasla daha gelişmiş olmasının bu durumun nedeni olabileceği düşünülmektedir.

Akarçay Havzasının Su Verimi bakımından da İGE değerlerinde olduğu gibi Türkiye geneli ile Komşu ve Benzer Havzalara kıyasla daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamız sonucunda, İGE ve alt bileşen endeks değerleri bakımından Akarçay Havzası ve Komşu ve Benzer Havzalar arasında anlamlı bir fark olmadığı, ancak su verimi açısından oldukça belirgin bir fark olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle, yapılan istatistiksel analiz ile de incelenen havzalarda su varlığı ile İGE değerleri arasında anlamlı bir bağlantı kurulamamıştır.

Sušnik [2018]'in çalışmasında GSYH üzerinde su ve gıda üretiminin etkisi araştırılmış ancak sanılanın aksine suyun GSYH üzerinde gıda üretiminden daha güçlü bir korelasyona sahip olduğu belirtilmiştir. Damania [2020], su kıtlığı ve yağış değişkenliğinin insani gelişme üzerinde büyük etkilerinin olduğunu ortaya koymasına

rağmen, makroekonomi literatürüne göre GSYH üzerindeki etkileri bulunamamıştır. Çalışmamızda da su varlığının gelir endeksi üzerine etkisi incelendiğinde; su ile gelir endeksi üzerinde anlamlı bir bağlantı bulunamamıştır.

Amorocho-Daza ve ark. [2023] 2000-2017 yılları arasında yaptıkları çalışmada suyun insani gelişmişlik üzerinde çok önemli bir etken olduğunu dile getirmişlerdir. Kim ve ark. (2011) Meksika'nın ılıman ormanlarındaki havza hizmetlerinin değerlemesini incelemiş ve su değeri, nem endeksi ve İGE arasındaki korelasyonları tespit ederek, su kaynakları ile insani gelişme arasında potansiyel bir ilişki olduğunu öne sürmektedir. Bu çalışmalardan yola çıkarak yapmış olduğumuz çalışmada Akarçay Havzası ile Komşu ve Benzer Havzaları arasında su ile insani gelişme arasındaki bağlantı incelenmiş olup, çalışmamızda istatistiksel olarak anlamlı bir bağlantı bulunamamıştır. Bu durumun çalışmamızın zaman aralığı ve çalışılan alan açısından söz konusu çalışmalardan farklı olmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Su, refahın merkezinde yer almakta ve insani gelişmeye sanitasyon, sağlık, tarımsal üretim, sanayi, turizm, doğal yaşamın devamı gibi alanlardaki vazgeçilmez yeri nedeniyle önemli bir katkı sunmaktadır. Çalışmamızda su verimi ile İGE arasında anlamlı bir korelasyon kurulamamış olmasına rağmen, bu yönleriyle bağlantılı oldukları düşünülmektedir. Bakkum ve Kempkes [2022], suyun insani gelişmede anahtar rol oynadığının kabul edildiğini insani gelişmenin de su kaynaklarının yönetiminde önemli bir yeri bulunduğunu ifade etmektedir. Çalışmalarında su ve insani gelişme arasındaki dengenin kurulabilmesi için aralarındaki bağlantının iyi anlaşılması gerektiği, ancak bu bağlantının anlaşılabilmesi için detaylı araştırmaların yapılması gerektiği vurgulanmıştır.

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar, İGE ve alt endeksleri ile su yönetiminin kalite, miktar, sulanan alan başına alınan ürün, içme suyuna ulaşan nüfus, birim suyla üretilen mal ve hizmetler gibi alt bileşenler arasında daha anlamlı bir bağlantının araştırılması gerektiğini ortaya koymuştur. Bu yönde yapılacak çalışmaların literatüre katkı vermek ve özellikle bölgesel politikalar geliştirmek açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

5 KAYNAKLAR

- [1] Amorocho-Daza, H., van der Zaag, P., ve Sušnik, J., 2023, "Access to water-related services strongly modulates human development". *Earth's Future*, 11:4, e2022EF003364.
<https://doi.org/10.1029/2022EF003364>.
- [2] Bakkum, A. ve Kempkes.Maaike , 2002, "Water Interactions with Energy, Environment", Food, and Agriculture - Volume 2, Sayfa: 37-44, ISBN: 978-1-84826-196-9
- [3] Brown, C ve Lall, U., 2006 "Water and economic development: The role of variability and a framework for resilience", *Natural Resources Forum*, 30(2006), 306-317.
- [4] Çağlar, A., Güler, F.E., Yeşilyurt, M.E., Yeşilyurt, F. Ve Karadeniz, O., 2017 "Türkiye'de İl, Yıl ve Cinsiyet Kırılımlı Ortalama ve Beklenen Okullaşma Yılı", *Yönetim Bilimleri Dergisi*, Cilt 15, Sayı 30, s. 619-641.
- [5] Damania, R., 2020, "The Economics of Water Scarcity and Variability", *Oxford Review of Economic Policy*, Volume 36, Issue 1, Spring 2020, Pages 24–44, <https://doi.org/10.1093/oxrep/grz027>.
- [6] Dünya Bankası, 2004, "Towards a water-secure Kenya. *Water Resources Sector Memorandum*". The World Bank, Washington D.C.
- [7] Düşündere, A. T., 2020, "81 İlde İnsani Gelişme Endeksi ve Türkiye'nin 2020 Küresel Performansı", TEPAV Değerlendirme Notu-N202045.
- [8] Gülel, F.E., Çağlar, A., Kangallı Uyar, S.G., Karadeniz, O. ve Yeşilyurt, M., 2017, "Türkiye'de İllere Göre İnsani Gelişme Endeksi", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (27), 207-216, doi:DOI: 10.5505/pausbed.2017.99705.
- [9] Grey, D. and Sadoff, C., 2006, "Water for Growth and Development. A Theme Document of the Fourth World Water Forum". The World Bank, Washington, D.C.
- [10] Kanbir, Ö., 2022, "Türkiye'de İnsani Gelişme: İller ve Bölgeler Temelinde Bir Analiz", *Giresun Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 8 (2), 1-24. DOI: 10.46849/guiibd.1115142.
- [11] Kim, Y., Navar-Chaidez, J., Perez-Verdin, G., and Silva-Flores, R., 2011, "Valuing Watershed Services in Mexico's Temperate Forests," *Modern Economy*, Vol. 2 No. 5, pp. 769-779. doi: 10.4236/me.2011.25085.
- [12] Kumar, M.D., Shah, Z., Mukherjee, S. and A. Mudgerikar, 2008, "Water, human development and economic growth: some international perspectives", *Conference Papers, International Water Management Institute*, 842-858.
- [13] Sullivan, C., 2002. "Calculating a Water Poverty Indexé". *World Development*, Vol. 30, No. 7, pp. 1195–1210.
- [14] Sušnik J. ve van der Zaag, P., 2017, "Correlation and causation between the UN Human Development Index and national and personal wealth and resource exploitation", *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30:1,1705-1723, DOI:10.1080/1331677X.2017.1383175.
- [15] Sušnik, J., 2018, "Data-driven quantification of the global water-energy-food system". *Resour. Conserv. Recycl.*, 179-190. DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.02.023.
- [16] Şeker, Demir, S., 2011, "Türkiye'nin İnsani Gelişme Endeksi ve Endeks Sıralamasının Analizi", T.C. Kalkınma Bakanlığı, Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü, Yayın No: 2828.

- [17] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023, "Akarçay Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Akar%C3%A7ay%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [18] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023a, "Antalya Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Antalya%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>; Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [19] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023b, "Asi ve Seyhan Havzaları Taşkın Yönetim Planının Hazırlanması Projesi", https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/asi%20ve%20Seyhan%20kuraklik%C4%B1k%20%C3%A7ed%20taslak/Asi_Havzasi_Taslak_SCD_Raporu_rev.pdf Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [20] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023c, "Burdur Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Burdur%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [21] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023ç, "Konya Kapalı Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Konya%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf> , Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [22] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023d, "Kuzey Ege Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Kuzey%20Ege%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [23] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023e, "Küçük Menderes Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/K%C3%BC%C3%A7%C3%BCk%20Menderes%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [24] Tarım ve Orman Bakanlığı, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, 2023f, "Sakarya Havzası Tanıtım Raporu", <https://www.tarimorman.gov.tr/SYGM/Belgeler/havza%20tan%C4%B1t%C4%B1m%2023.03.2023/t%C3%BCrk%C3%A7e/Sakarya%20Havzas%C4%B1%20Tan%C4%B1t%C4%B1m.pdf>, Erişim Tarihi: 17 Ekim 2023.
- [25] Taşkaya, S., 2020, "İllerin Kişi Başına Düşen Gayrisafi Yurtiçi Hâsılasının Daha İyi Yaşam Endeksi Üzerine Etkisi: İller Düzeyinde Bir Analiz, Sosyoekonomi , 28 (45) , 87-98 . DOI: 10.17233/sosyoekonomi.2020.03.06.
- [26] Tıraş, H., 2019, "Türkiye İçin İnsani Gelişmişlik Göstergeleri". Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi, 14 (1), 15-31.
- [27] TÜİK, 2023, "Hayat Tabloları, İllere ve cinsiyete göre doğuştan beklenen yaşam süreleri, 2015-2017", 2018-2020. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Hayat-Tabloları-2018-2020-37226> Erişim tarihi: 15.06.2023.
- [28] TÜİK, 2023a, "Öğretim Yılı ve Eğitim Seviyesine Göre Okullaşma Oranı 1997-2022". <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Download>

IstatistikselTablo?p=7611LDLQLc/GnF
JCFi3JgXoQiwklo8DUH1M2R8UpW7W
kRrIWwktc4H9oAJ10laoM Erişim tarihi:
15.06.2023.

[29]TÜİK, 2023b, “İl, Tek Yaş ve Cinsiyete
Göre Nüfus, 2007-2021”,
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=49685> Erişim tarihi: 15.06.2023.

[30]TÜİK, 2023c, “Öğretim yılı ve seviyesine
göre okullaşma oranı, 1997-2021”
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/DownloadIstatistikselTablo?p=RBmolKFTtA4Gd5skPhzBJ/2jPUwbbquOByeMO1/GdMT01eE1jTKMgzoOBdpYqvHU>, Erişim tarihi: 15.06.2023.

[31]TÜİK, 2023ç, “İl bazında kişi başına
gayrisafi yurt içi hasıla, 2004-2020”
<https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Il-Bazinda-Gayrisafi-Yurt-Ici-Hasila-2020-37188> Erişim tarihi: 15.06.2023.

[32]UNDP, 2010, “Human Development
Report 2010- The Real Wealth of
Nations: Pathways to Human
Development”.

[33]UNDP, 2022, “Human Development
Report 2021/2022”.

[34]UNDP, 2022a, “Technical Notes”, Erişim
tarihi 20.10.2022.

https://hdr.undp.org/sites/default/files/2021-22_HDR/hdr2021-22_technical_notes.pdf

[35]UNDP, 2022b, “Frequently Asked
Questions (FAQs) about the Human
Development Index (HDI)”, Erişim tarihi:
10 Mart 2022,
https://data.un.org/_Docs/FAQs_2011_HDI.pdf

[36]UNEP, 2012, “The UN-Water Status
Report on the Application of Integrated
Approaches to Water Resources
Management”.

[37]Uzun, M. ve Garipağaoğlu, N., 2020,
“Development Stages of Basın
Management and Different Models”,
International Journal of Geography and
Geography Education. 43. 338-357.
10.32003/İgge.816758.

[38]Ünal, Ç., 2008, “İnsani Gelişmişlik
Endeksine Göre Türkiye'nin Bölgesel
Farklılıkları”, Cođrafi Bilimler Dergisi, 6
(2), 89-113. DOI:
10.1501/Cogbil_0000000087.

[39]Zor, A., 2020, “İnsani Gelişme Endeksi
ve Türkiye”. IBAD Sosyal Bilimler
Dergisi,(7), 38-52, DOI:
10.21733/ibad.665335.

DSİ Destek Hizmetleri Dairesi Bşk.
Basın ve Foto-Film Servisi
Ankara-2024