



İKLİM

“HAVANI BİLİRSEN, RİSKİNİ DE BİLİRSİN”

ÖZEL SAYI

22 MART DÜNYA SU VE 23 MART DÜNYA METEOROLOJİ GÜNÜ

“OKYANUS İKLİM VE
HAVA DURUMU”

İKLİM DEĞİŞİMİ
VE TÜRKİYE

“AKILLI ŞEHİRLERDE
METEOROLOJİNİN YERİ VE ÖNEMİ”

“HAVA TAHMİNİ
VE ÖNEMİ”

DÜNYA SU GÜNÜNÜN
ARTAN ANLAM VE ÖNEMİ

“GELECEĞİN YAKITI
HİDROJEN Mİ?”



**METEOROLOJİ MÜHENDİSLERİ
ODASI**

YAYIN KURULU



E-BÜLTEN

ÖZEL SAYI : 01, 23 MART 2021

**YAYIM, BASIM VE DAĞITIM
KURULU**

1. AHMET KÖSE (BAŞKAN)
2. ZEKİYE GÜNERİ (RAPORTÖR)
3. AYFER SERAP SÖĞÜT
4. AYŞEGÜL AKINCI YÜKSEL
5. BARIŞ ÖZGÜN
6. FERYAL BIÇKICI
7. LALEHAN ÇINAR
8. SELMA BALAY
9. FUAT KURUMAHMUT (TASARIM)

**BİLİM VE ETİK
KURULU**

1. PROF.DR. ORHAN ŞEN (BAŞKAN)
2. FIRAT ÇUKURÇAYIR (ODA BAŞKANI)
3. PROF.DR. MAHMUT CELAL BARLA
4. PROF.DR. ZAFER ASLAN
5. PROF.DR. AHMET DURAN ŞAHİN
6. PROF.DR. YURDANUR ÜNAL

**METEOROLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
YÖNETİM KURULU**

1. FIRAT ÇUKURÇAYIR (BAŞKAN)
2. İSMAİL KÜÇÜK (2.BAŞKAN)
3. EMEL ÜNAL (GENEL SEKRETER)
4. AYHAN AKGÖZ (MUHASİP ÜYE)
5. MEHMET SOYLU (SOSYAL İŞLER ÜYESİ)

İLETİŞİM:

Meteoroloji Mühendisleri Odası
Adres: Bayındır Sok. No: 49/16
Kızılay - ANKARA

Telefon: +90 541 419 56 04 /
+90 312 419 56 04
Fax: +90 312 419 57 05

E-posta: bilgi@meteoroloji.org.tr

İÇİNDEKİLER

	EDİTÖR	3
	PROF. DR. KASIM KOÇAK “DÜNYA SU GÜNÜNÜN ARTAN ANLAM VE ÖNEMİ”	4
	PROF. DR. MAHMUT CELAL BARLA “GELECEĞİN YAKITI HİDROJEN Mİ?”	6
	GÖKHAN ABUR “OKYANUS İKLİM VE HAVA DURUMU ”	8
	AHMET KÖSE - FIRAT ÇUKURÇAYIR “AKILLI ŞEHİRLERDE METEOROLOJİNİN YERİ VE ÖNEMİ”	11
	FERYAL BIÇKICI “PROJE KESİTLERİNDE AKIM GÖZLEM İSTASYONU AÇILMASININ VE İŞLETİLMESİNİN ÖNEMİ”	17
	DR. MURAT DURAK “DENİZÜSTÜ RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL (DRES) PROJELERİ İÇİN RÜZGAR ÖLÇÜMLERİ”	27
	AHMET KÖSE - BARIŞ ÖZGÜN “HAVA TAHMİNİ VE ÖNEMİ”	34
	PROF. DR. İSMAİL GÜLTEPE - ONUR DURMUŞ “İKLİM DEĞİŞİMİ VE TÜRKİYE”	40
	ZİYAATTİN DURMAZ - HÜSEYİN SEFA HIZLI “MÜHENDİSLİK HİDROLOJİSİ AÇISINDAN YERALTISUYU BARAJLARI VE YERALTISUYU BESLEMESİ”	46
	NAMİK CEYHAN “METEOROLOJİ MÜHENDİSİ OLMAK”	52
	İRFAN ERDİN “BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ YÖNTEMİYLE TAŞKIN DEBİLERİ HESABI”	57

EDİTÖR

Sevgili Meslektaşlarımız.

İlk kez 1992'de Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda önerilen "Dünya Su Günü", her yıl 22 Mart'ta kutlanan, gerek BM üyelerinin, gerekse diğer dünya ülkelerinin giderek büyüyen temiz su sorununa dikkatlerini çekmek, içilebilir su kaynaklarının korunması ve çoğaltılması konusunda somut adımlar atılmasını sağlamak amacıyla oluşturulmuştur. Dünya Su Günü, temiz suya erişimi olmayan 2,2 milyar insanın farkındalığını artırıyor. Küresel su kriziyle mücadele için çalışmalar yapar. **2021 Dünya Su Günü'nün Teması "Suyun Değeri"** dir. Geçtiğimiz günlerde ülkemizde birçok şehrimiz için sıklıkla gündeme gelen ve önümüzdeki yaz mevsiminde tekrar gündeme gelmesi muhtemel "kuraklık" riski bize suyun değerini yeterince anlatabilmiştir diye umuyorum. Su sadece günlük yaşantımızda tükettiğimiz bir sıvı değil bizzat sürdürülebilir yaşamın ta kendisidir. Su yoksa yaşam da yoktur.

Aynı şekilde; her yıl 23 Mart günü, Dünya Meteoroloji Teşkilatının kuruluş sözleşmesinin 1950 yılında yürürlüğe girmiş olmasını hatırlamak ve kutlamak amacı ile tüm dünyada "Dünya Meteoroloji Günü" olarak kutlanmaktadır. Dünya Meteoroloji Teşkilatı Yürütme Konseyinin 27 Haziran-15 Temmuz tarihleri arasında gerçekleştirilen, 12. oturumunda alınan kararla ilk defa 1961 yılında tüm dünyada kutlanmaya başlanmıştır. **23 Mart "Dünya Meteoroloji Günü"**, Dünya Meteoroloji Teşkilatı, Yürütme Konseyi tarafından belirlenen bir tema ile kutlanmakta ve seçilen tema hakkında tüm topluma ve özellikle toplumun ilgili kesimlerine aydınlatıcı bilgilendirmeler yapılmaktadır. Seçilen konunun Meteorolojiyle bağlantılı yönlerine özellikle dikkat çekilmektedir. **2021 yılı Dünya Meteoroloji Günü Teması "Okyanus, Bizim İklimimiz ve Havamız"** olarak belirlenmiştir.

Hava ve iklim konusunda ülkemiz toplumunun birçok kesiminin az yada çok bilgisi vardır. Bununla birlikte çoğumuz sadece atmosferde neler olduğunu ve hava koşullarının bizi nasıl etkilediğini düşünürüz. Ancak bilmeliyiz ki; okyanusu ve okyanusun yaşantımızı nasıl etkilediğini görmezden gelirse, resmin çok büyük bir bölümünü de gözden kaçırmış demektir. Dünya yüzeyinin yaklaşık %70'ini kaplayan okyanuslar, dünyanın hava ve ikliminin başlıca enerji kaynağı ve itici gücüdür. Aynı zamanda iklim değişikliğinde de merkezi bir rol oynar. Okyanuslar aynı zamanda dünya ticaretinin %90'ından fazlasını taşıyan ve kıyıya 100 km mesafede yaşayan toplam nüfusun %40'ını kapsayan küresel ekonominin önemli bir bileşeni ve itici gücüdür.

Bunu gören ve kabul eden tüm dünya "Ulusal Meteoroloji ve Hidroloji Teşkilatları" ve araştırmacılar, okyanusu ve okyanustaki değişimleri düzenli olarak izler. Atmosferi nasıl etkilediğini ortaya koyacak modellemeler oluşturur. Bugün, iklim değişikliğinin artan etkileri, okyanus gözlemlerini, araştırmalarını ve hizmetleri her zamankinden daha kritik hale getirmiştir.

WMO, iklim, hava durumu ve su konusunda uzmanlaşmış bir kuruluş olarak okyanus, iklim ve hava durumu arasındaki ayrılmaz bağı anlama konusunda ki çalışmaları desteklemektedir. Bu, iklim değişikliğinin etkileri de dahil olmak üzere içinde yaşadığımız dünyayı daha iyi anlamamıza ve insanlar dahil tüm canlı hayatları ve mülklerin güvende tutulması – afet riskini azaltma ve uygulanabilir ekonomileri sürdürme yeteneklerini güçlendirme konusunda yardımcı olacaktır.

İnsanlığın neden olduğu karbon emisyonları tarafından Dünya'ya hapsedilen ekstra ısının %90'ından fazlası okyanuslar tarafından absorbe edilir. Okyanustan gelen buharlaşma, özellikle tropik bölgelerde, çoğu yağmur bulutunu yaratarak karadaki ıslak ve kuru bölgelerin konumunu etkiler. Okyanus tarafından yakalanan muazzam miktardaki enerji, dünyanın en güçlü ve yıkıcı fırtınalarını ve siklonlar gibi (tropikal ve ekstra tropikal dahil) aşırı olaylarını yaratır.

Sonuç olarak biliyoruz ki; atmosfer okyanuslar sayesinde normalde olması gerekenden daha yavaş ısınmaktadır. Ancak, okyanusların sıcaklığı absorbe etmesi iklim değişikliğinin tam etkisini geciktirdiği için, bu bizi eylemsizliğe ve gerçekleri göz ardı etmemize neden olmamalıdır.

TMMOB Meteoroloji Mühendisleri Odası olarak; 2021 yılı Dünya Su Günü ve Dünya Meteoroloji Günü Temalarına uygun olarak özel bir sayı hazırlamak istedik. Bir taraftan Dünya Su Günü ve Dünya Meteoroloji Günlerini kutlarken diğer taraftan da İçerik olarak meslektaşlarımıza ve okurlarımıza yararlı bilgiler sunmasını hedefledik. Bu sayının yayına hazırlanmasında emeği geçen başta Odamızın "Yayın Kurulu" olmak üzere herkese teşekkür ediyorum.

Sevgi ve saygı ile daha nice 22- 23 Mart'lara....

Fırat Çukurçayır
Oda Başkanı



Prof. Dr. Kasım KOÇAK
İTÜ Meteoroloji Mühendisliği
Bölümü Öğretim Üyesi
Hidroloji Komisyonu Üyesi

DÜNYA SU GÜNÜNÜN ARTAN ANLAM VE ÖNEMİ

Tatlı suyun önemine dikkat çekmek ve tatlı su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimini savunmak için her yıl 22 Mart, "Dünya Su Günü" olarak kutlanmaktadır. Bu gün, suyla ilgili konular hakkında daha fazla bilgi edinmek, diğer insanları bilgilendirmek ve su sorunları üzerine farkındalık yaratması bakımından önemli bir fırsattır. Su, her şeyden önce yaşamın temel yapı taşıdır. Diğer taraftan su, istihdam yaratmak, ekonomik, sosyal ve insani kalkınmayı desteklemek için hayati bir öneme sahiptir.

Karar vericilere sürdürülebilir su politikalarını formüle etmek ve uygulamak için araçlar sağlamak üzere her yıl Dünya Su Günü'nde yeni bir Dünya Su Kalkınma Raporu yayınlanmaktadır. Bu rapor, Birleşmiş Milletler-Su (UN-Water) adına UNESCO'nun Dünya Su Geliştirme Programı (WWAP) tarafından koordine edilmektedir. Dünya Su Günü için belirlenen yıllık tema, söz konusu raporun odak noktasıyla uyumludur.

UNESCO ayrıca, ülkelerin su kaynaklarını sürdürülebilir bir şekilde yönetmelerine yardımcı olmak ve bilimsel bilgi tabanını oluşturmak için Uluslararası Hidroloji Programı (IHP) faaliyetleri kapsamında, Dünya Su Günü'nün kutlanmasına da katkıda bulunmaktadır.

Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansının (UNCED) önerileri doğrultusunda 22 Aralık 1992'de almış olduğu bir kararla, her yılın 22 Mart günü, 1993 yılından itibaren Dünya Su Günü olarak kutlanmaya başlanmıştır. Bu bağlamda üye ülkeler, su kaynaklarının

korunması ve geliştirmesine yönelik belgesellerin yayınlanması, konferanslar, paneller, seminerler ve sergiler düzenlenmesi gibi etkinliklerle halkın bilinçlendirilmesi doğrultusunda bu özel ve önemli güne katkı sunmaya davet edilmiştir.

Yukarıda da kısaca değinildiği gibi Dünya Su Günü için her yıl farklı bir tema belirlenmektedir. 2021 yılı için belirlenen tema "Suyun Değeri" olarak belirlenmiştir. Kuşkusuz suyun değeri, fiyatından çok daha fazlasıdır. Su, aile bireylerimiz, kültürümüz, sağlığımız, eğitimimiz, ekonomimiz ve doğal çevremizin bütünlüğü için son derece önemli ve karmaşık bir değere sahiptir. Bu değerlerden herhangi birinin göz ardı edilmesi, bu sınırlı, yeri doldurulamaz kaynağın yanlış yönetilmesi riskinin ortaya çıkmasına neden olacaktır. Özetle, suyun gerçek ve çok boyutlu değerine dair kapsamlı bir anlayış olmadan, bu kritik kaynağın tüm insanlık yararına kullanılması mümkün değildir.

Geçmiş yılların Dünya Su Günü temaları, suyla ilgili hangi önemli konuların öne çıktığı konusunda bir fikir verecektir. 2021'in teması yukarıda belirtilmişti. Son on yılın temaları ise ayrıntılarına girmeden başlıklar halinde şu şekilde sıralanabilir: Su ve İklim Değişimi (2020), Kimseyi Geride Bırakma (2019), Su İçin Doğal Yöntemler (2018), Neden Atık Su? (2017), Su ve Meslekler (2016), Su ve Sürdürülebilir Kalkınma (2015), Su ve Enerji (2014), Uluslararası Su İşbirliği (2013), Su ve Gıda Güvenliği (2012), Şehirler için Su (2011).

Bilindiği gibi dünya nüfusu her 35 yılda ikiye katlanmaktadır. Bu hesaba göre dünya nüfusu 2050 yılında 12 milyarı aşacaktır. Tatlı su kaynakları miktarca sınırlı olduğuna göre, bu oranda bir nüfus artışının su kaynakları üzerinde önemli bir baskı oluşturacağı açıktır. Buna bir de iklim değişiminin su kaynakları üzerindeki olumsuz etkileri eklenince, gelecekte su sorununun çok daha ciddi bir hal alacağı ortadadır.

Başta kuraklık ve taşkınlar olmak üzere hidrometeorolojik afetlerin sıklığı ve şiddeti artacak. Diğer yandan yağış azlığı nedeniyle kirletici yoğunluğu artacak ve su kalitesinde önemli bozulmalar meydana gelecektir. Deniz seviyesi yükselmelerinin tatlı su kaynaklarının nitelik ve niceliği üzerindeki olumsuz etkileri, üzerinde ciddiyetle durulması gereken diğer bir konudur. Diğer taraftan sıcaklıkla birlikte potansiyel evapotranspirasyon artacak; yağış miktarı artsa bile, yüksek evapotranspirasyon nedeniyle akışlar ve bunun sonucu olarak da tatlı su miktarı azalacaktır.

Halihazırda küresel ısınma nedeniyle, orta enlemlerde kar-yağmur dengesi bozulmuş durumdadır. Yalnızca karlı gün sayısının yağışlı gün sayısına oranı değil; kardan kaynaklanan yağış miktarı ve karla kaplı alanların yüzölçümü de önemli ölçüde azalmıştır. Kar yağışında meydana gelen azalma nedeniyle ortaya çıkacak olan su açığının, yağmur şeklindeki yağışlarla karşılanması söz konusu değildir. Çünkü kar, kış boyunca yeryüzünde depolanarak erime mevsiminde akışa geçer. Yağmur şeklindeki yağışlar durumunda ise sızma ve buharlaşma kayıpları daha fazla olur.

Su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamanın en gerçekçi yolu hava, su, toprak ve bitki ortamını bozmadan, kirletmeden kullanmayı öğrenmekten ve gelecek nesillerin yaşam hakkına saygı duymaktan geçmektedir. 22 Mart Dünya Su Gününüz kutlu olsun.

www.meteoroloji.org.tr



Meteoroloji Mühendisleri Odası



Prof. Dr. Mahmut Celal BARLA
Meteoroloji Mühendisleri Odası
Bilim Kurulu Üyesi

GELECEĞİN YAKITI HİDROJEN Mİ?

İnsanlık tarihine baktığımızda her teknolojik buluş gelişme gidişatında bir sıçramaya veya en azından gidişatın eğiminde bir artışa neden olmuştur. Çok eskilere gitmeden son iki yüzyıl içinde ortaya çıkan buluşlar incelediğinde, buharlı makinelerden sonra petrolün kullanılması ile içten yanmalı motorlara, günümüzde ise daha fazla yüklenilebilen ve daha uzun ömürlü bataryalar sayesinde elektrikli araçlara geçilirken, aynı zamanda havacılık sektörü de gelişmiş daha yükseğe ve uzağa ulaşılmıştır. Son zamanlarda da uzay çalışmaları sonucunda en yakın gezegene araç gönderilebilir hale gelinebildiği heyecanla izlenmektedir.

Elektrikli araçlardan söz ederken, unutmadan bu araçların bataryaları üretilirken ve bu araçları doldurmak için gereken elektrik, gene maalesef karbon salınımına neden olmaktadır. Elektrik ya barajlardan (rüzgar ve güneş santrallerinden) ya da termik santrallerden elde edildiğine göre, karbon salınımı kentlerden dışarı taşınmakta ancak sınırlanamamaktadır.

Petrol ürünlerinin kullanılması ile kömüre oranla daha az çevre kirliliği yaratılsa da günümüzün en önemli sorunlarından biri çevre kirliliği sorunu olduğuna göre bu konuda da uzunca bir süre bir yenilik aranmaktadır. Çevre kirliliği denince akla en çok hava kirliliği yani başka bir deyişle karbon salınımının artması geliyor. Her ne kadar doğal gaz kullanımı ile karbon salınımında bir azalma oluyorsa da havada karbon oranında istenen bir düzeye henüz inilemediği ortadadır.

Karbon salınımına bağlı olarak küresel ısınma veya iklim değişiminden söz edilmektedir. Bundan yaklaşık 15 yıl önce tüm bu sorunlardan kurtulmak için enerji kaynağı olarak hidrojen kullanılması

fikri tartışmaya açılmıştır. Hidrojen taraftarları, hidrojeni geleceğin enerjisi olarak sunmaktaydılar. Hidrojen karbon içermediği için sıfır karbon salınımı ve dolayısı ile iklim değişiminin kesin önleyicisi olarak gösteriliyordu. Bir kilogram hidrojen enerji olarak 3.5 litre benzine eşdeğer olduğu ve sıvı hidrojenin kerosenden 11 defa daha hafif olduğu da vurgulanmaktaydı.

Hidrojenin bu olumlu yanlarının yanında, bazı sorunlara da neden olduğu bilinmektedir. Hidrojenin, düşük viskozitesi ve moleküler boyutunun küçük olması nedeni ile sızması olasıdır. Bazı savunucular, "bunun için telaşa kapılmayın zira havadan hafif olduğu için çabucak ortamdan yükselerek uzaklaşır" diyorlardı. Hidrojen renksiz ve kokusuz bir gaz olduğundan sızıntıyı anlamak imkansız gibiydi ve bu olası sızıntıyı saptayacak bir ekipman da henüz imal edilmemişti. Havada %4 ila %75 oranında karışım olduğunda yanıcılığı olması güvenlik açısından çeşitli mahzurları da beraberinde getirdiği gibi benzin veya metan gazından 10 defa daha hassas olması da ayrıca güvenlik tedbirlerinin ciddiyetini ortaya koymaktadır.

Hidrojen, günümüzde endüstride yakıtların kükürdünü almak, amonyak ve azotlu gübre üretmek gibi konuların dışında uzay uçuşlarında yakıt olarak da kullanılmaktadır. Hidrojen -253°C da sıvılaşmaktadır. Bu durumda hidrojenin yapısından kaynaklı depolama esnasında sızma gibi sorunlara neden olmaktadır. Sıvı hidrojenin yoğunluğunun çok düşük olması depolamada başka bir sorun ortaya çıkarmaktadır. Depolar ister istemez daha büyük olmaktadır. 1 litre benzine karşın 4 litre sıvı hidrojen veya 8 litre sıkıştırılmış hidrojene gereksinim vardır.

Hidrojen elde etmenin günümüzde kullanılan en geçerli yolu elektrolizdir. Hidrojen suyun elektrolizi ile elde edilir. Dolayısı ile elektriğe gereksinimi vardır. Bu nedenle, karbon salınımı ikileminden uzaklaşmak için elektriğinde yenilenebilir enerjilerden üretilmesi gerekmektedir. Diğer taraftan hidrojen kullanıldığında sıfır karbon salınımı olmakla beraber yanma ürünü olarak da su oluşmaktadır. Bilim insanları, gün geçtikçe atmosferdeki su miktarının artacağını ve bunun sonucunda yağış miktarının da aynı oranda fazlalaşacağını belirtmekle beraber, olası sonuçların önceden hesaplanması gerektiğine işaret etmektedirler.

Kısaca tüm bu gelişmeler ışığında, olumlu yanlarının yanı sıra çözülmesi gereken sorunların varlığı görüşü ile 2050 yılından sonra deniz, hava ve demiryolu taşımasında hidrojenin yakıt olarak kullanılabilmesi düşünülmektedir. Doğal olarak hidrojene dair sorunlar çözüme ulaştırıldığında, özellikle yakıt pilleri olarak kullanılması, toplu ve bireysel taşımada petrolün yerini alabileceğini düşündürmektedir.



Meteoroloji Mühendisleri Odası



Gökhan ABUR

Meteoroloji Yüksek Mühendisi
Denizcilik Meteorolojisi
Komisyonu Üyesi

OKYANUS İKLİM VE HAVA DURUMU

GİRİŞ

Okyanuslar dünya iklimini etkilemesi bakımından önemlidir. Okyanus ve denizlerin ısıyı tutma gücünün yüksek olması, geç ısınmasını ve geç soğumasını sağlar. Bu nedenle dünyanın neresinde olursanız olun deniz üzerindeki hava kara üzerindeki havadan daha sıcaktır. Okyanusların bir diğer özelliği karbon dioksitle beslenen çok küçük mikro organizmaları barındırmasıdır. Okyanusların kirlenmesi bu organizmaların azalmasına neden olmakta bu da küresel iklim değişikliğini hızlandırmaktadır.

1. Okyanus akıntıları ve iklime etkisi

1.1. Sıcak Akıntılar

Kuzey Atlantik'te GulfStream, Pasifik'te Kuroşio, Güney Atlantik'te Brezilya önemli sıcak akıntılardır. Ekvator ve Kutuplar arasındaki sıcaklık farkına bağlı olarak belli bir hızla akan bu akıntılar Kutup bölgesinde bulunan çok soğuk Arctic havanın aşağı enlemlere inmesini engeller.

Dünya genelinde sıcaklığın artması kutuplarda bulunan ve Atmosfer içindeki karbondioksiti emerek dengelemeye çalışan buzulların erimesi, sıcaklığın daha da artmasına neden olmakta bu da buzul erime hızını arttırmaktadır. Bunun sonucu olarak Ekvator ve kutuplar arasındaki sıcaklık farkının azalması akıntıyı yavaşlatır, iklim koşullarını olumsuz etkiler ve Avrupa genelinde sert kış koşullarının yaşanmasına neden olur.

Akıntı yüksek enlemlere çıktıkça yavaşlar, bu yavaşlama Subpolar enlemlerde bulunan alçak basınç alanlarında derin bir oluk oluşturur.

Arkasındaki çok soğuk arctic hava ile beslenen oluk (Trof) kuvvetli rüzgâr, fırtına ve kararsız hava koşulları ile Biscayne körfezine kadar inerek Kuzey Atlantik salınımını oluşturur.

Okyanus sıcaklıklarının artması sıcak akıntıları da etkilemekte, Avrupa ve ülkemizde kuvvetli rüzgâr ve fırtınalara neden olan soğuk çekirdekli İzlanda alçak basıncının derinleşerek daha güçlü fırtınalarla Akdeniz'e inmesine neden olmaktadır. Hızları 130- 140 km/s çıkabilen bu fırtınalara yerel isimler verildiği gibi son yıllarda Medicane'de denilmektedir.

Dünyanın en soğuk yeri olarak bilinen karasal iklime sahip Sibiryaya ile aynı enlemde olan Britanya ve Japonya'da yaşanabilir iklim koşullarının olması Okyanus ve sıcak akıntılara bağlıdır.

Pasifik'te bulunan Kuroşio Japonya'yı etkilemesi dışında bölgede oluşan gezici alçak basınçları da güçlendirmektedir.

1.2. Soğuk Akıntılar

Kuzey Atlantik'te Labrador, Kuzey Pasifik'te Oyişio ve Güney Atlantik'te Bengaule önemli soğuk akıntılardır. Bunların içinde Labrador kıyısına daha yakın olduğu için bölgesel iklim koşullarını belirler. Kış aylarında kıyı üzerindeki hava, akıntı üzerindeki havadan daha soğuk olacağı için Kanada ve Amerika Birleşik Devletlerinin doğu kesimlerinde kış koşulları çok daha sert geçer. Nisan - Mayıs aylarında ise batılı rüzgârların tropikal kuşaktan taşıdığı sıcak hava, bu soğuk akıntı üzerinden geçerken yoğun sıcak adveksiyon sisini oluşturur.

1.3. Ekvator Akıntılar

Ekvatorun her iki yarısında özellikle de Doldurums bölgesinde (5 derece kuzey, 5 derece güney enlemleri arası) oluşan düzgün olmayan yüzey akıntılarıdır her iki yarı kürede yönlerinde farklıdır. Coriolis kuvveti etkisi ile Ekvator bölgesinde oluşan sığ alçak basınç alanı vardır. Bu basınç alanında yaz kuzey yarı küresinin ekvator havası ile kış güney yarı küresinin ekvator havası arasında inter tropikal cephe oluşur. Cephe özelliklerinin tamamını göstermez ama cephe varmış gibi bulutlanma ve yağış bırakır. Özellikle, geniş Cumulus (Cu) ve Cumulonimbus (Cb) bulutları altında kuvvetli sağanak yağış ve rüzgâr sağanakları oluşturur.

Atlantik ve Pasifik'te 30 derece enlemlerine çıkacak şekilde sinisoidal bir eğri çizer. Tropikal kuşakta okyanusların daha sıcak olması Cu ve Cb bulutlarını geliştirdiği için etkisi daha fazladır. İnter Tropikal Konverjans Zonu (ITCZ) olarak isimlendirilen bu cephe olduğu bölgelerde denizcilere Navex raporlarının sinopsis bölümünde mutlaka verilir.

1.4. Güney Okyanus Akıntıları

Okyanuslar ve Antarktika kıtası arasındaki sıcaklık ve yoğunluk sonucu oluşan ve batıdan doğuya doğru akan çok güçlü akıntılardır. Özellikle Güney Amerika ilke Antarktika arasındaki Horn burnunda ortalama 8 kuvvet (40 knot~80 km/s) esen batılı rüzgârla akıntı daha da hızlanır. Bu akıntının en önemli özelliği güney kutup dairesinde bulunan çok soğuk arctic havanın okyanuslara inmesini engellemektir.

Güney Atlantik'te sayılı tropikal fırtına yoktur ama sıcak Brezilya akıntısının 40. enlemlerde geliştirdiği denizcilerin kükreyen kırklar adını verdikleri ortalama 40 knot hızla esen fırtınalar vardır. Bu enlem boyunca Hint okyanusu ve Güney Pasifik'te de kuvvetli fırtınalar oluşur. 55. Enlemlerde yine denizcilerin verdiği isimle çilgin elliler kuvvetli yüzey akıntı ve fırtınaların görüldüğü enlemlerdir. Güney yarı kürenin okyanuslarla kaplı olması denizde sürtünme kuvvetinin sıfıra yakın olması ve okyanuslar üzerindeki havanın daha sıcak olması bu güçlü akıntı ve fırtınaların nedenidir.

1.5. El Nino ve İklim Etkileri

2- 5 Yıllık periyotlar içinde okyanusların ısınması sonucu oluşan ve Dünya iklimini etkileyen önemli bir olaydır. Perulu balıkçıların yaptığı deniz suyu sıcaklık ölçümlerinin değerlendirilmesi sonucu bulunmuştur.

Okyanusların ısınması güçlü fırtına sayısını artırırken, genel sirkülasyon rüzgarlarının yönlerinin değişmesi ve hızlanması iklim kuşaklarındaki koşulları da etkiler, bazı bölgelerde kuvvetli sağanaklar ve hortumlar oluşurken, bazı bölgelerde aşırı kuraklık görülür ve hatta bazı El Nino yıllarında Afrika kıtasına kar bile yağabilir. Okyanusların ısınması, karaları da etkilemekte kıyı boyunca kararsız hava koşulları görülürken iç kesimlerde yağışsız ve kurak günler yaşanmasına neden olmaktadır.

2005 yılı El Nino'nun çok etkili olduğu yıldır. Kuzey Atlantik'te ortalama tropikal fırtına ve Hurricane sayısı 20'dir. Fırtına merkezleri buna göre A dan Z'ye kadar 25 isim belirler oysa o yıl fırtına sayısı 33'e çıktı.

Katrina Hurricane'i 906 mb. merkez basıncı ile New Orleans da çok sayıda can ve mal kaybına neden oldu. Bundan 15 gün sonra Ekim 2005'de oluşan Rita Hurricane'ni çok daha güçlü idi ama karaya ulaşmadı, 882 mb merkez basıncı bu güne kadar ölçülen en düşük basınç değeri olarak arşivlere girdi.

1.5. La Nina ve İklim Etkileri

2- 5 Yıllık periyotlarda okyanus sularının soğuması sonucu oluşan önemli bir olaydır. Özellikle kuzey Pasifik'te oluşan La Nina kuzey yarı kürede çok sert kış koşullarının yaşanmasına neden olmaktadır. Kara üzerindeki hava deniz üzerindeki havadan daha soğuk olacağı için okyanusların soğuması kara sıcaklıklarını hızla azaltır.

2020 Kasım ayında kuzey Pasifik'te başlayan La Nina 2021 Ocak, Şubat aylarında Asya, Kuzey Avrupa ve Kuzey Amerika'da kış aylarının sert geçmesine neden oldu. Örneğin, Şubat ayında Kırgızistan'da sıcaklık -52dereceye kadar indi. Kuzey yarı kürede La Nina etkisinin Nisan ayına kadar devam etmesi bekleniyor.

1.6. Tropikal Fırtınaların Oluşumu ve Güçlenmesinde Okyanusların Etkisi

Okyanusların batı kesimlerinde 7. enlemlerle 43. enlemler arasında meydana gelen çok derin tropikal siklonların oluşturduğu ve hızı 64 knot'ı geçen fırtınalardır. Kuzey yarı kürede Mayıs-Aralık aylarında oluşan kuzey Atlantik ve Kuzey Amerika'nın Pasifik kıyılarında Hurricane, Pasifik'te Typhoon Hint okyanusunda Siklon adı verilen bu güçlü fırtınaların oluşumu okyanusların ısınması ve su sıcaklığının 27 derecenin üzerine çıkmasıdır. Okyanusların ısınması sonucu oluşan El Nino yıllarında fırtına sayısı ve şiddetinin artması, bu ısınmanın sonucudur. Fırtınaların güçlenmesinin önemli nedeni de dünyanın dönüşüne ters hareket etmeleridir.

50-55 Derece enlemlerine kadar çıkabilen bu fırtınaları oluşturan alçak basınç merkezi yeteri kadar dolmamışsa tropikal özelliğini kaybeder ve ekstra tropikal alçak basınç adını alarak normal orta enlem alçak basınç merkezlerinde olduğu gibi bu kez saatin tersi yönünde kendisinden daha alçak alanlara doğru hareket eder.

Okyanuslardaki sıcaklık değişimi karaları etkilediği gibi iç denizleri de etkilemektedir. Denizler daha geç ısınmakta ve daha geç soğumaktadır. Kıyılarımızda Ekim- Kasım- Aralık hatta Ocak ayında görülen su baskını ve sellere neden olan sağanaklar ve giderek kuvvetlenen hortumlar bunun bir göstergesidir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Hava tahminleri ve model çalışmaları için okyanusların genel yapısının bilinmesi yanında meteorolojik elemanların günlük değişimlerinin bilinmesi gerekir. Bunun içinde okyanus vedenizlerden gelecek doğru sinoptik ölçümlere ihtiyacımız vardır. Bunun sağlanması için sahil meteoroloji istasyonları dışında, sabit şamandıra üzerindeki otomatik istasyonlar ve ortalama sayıları 7000 olan gemilerin 00:00, 06:00, 12:00, 18.00 GMT yaptıkları sinoptik ve oşinografik ölçümlerde gerekmektedir. Bu bilgiler günlük tahminlerde kullanıldığı gibi okyanus seyri yapan gemilerin meteorolojik seyir planlamasında kullandıkları Ruting ve pilot kartlarda da kullanılır. Aylık istatistiksel bilgileri içeren bukartlar küresel iklim değişimlerini de göz önüne alarak 5 yılda bir yenilenir. Yukarıda değindiğim gibi okyanus akıntılarının değişimi El Nino ve La Nina etkileri, tropikal fırtınalar, okyanus ve denizlerin ısınması sonucu sayıları ve güçleri giderek artan hortumlar ve son yıllarda sıkça görmeye başladığımız süper hücre ile downburst olayları küresel iklim değişikliğinin belirtileridir.

www.meteoroloji.org.tr



Ahmet KÖSE

Meteoroloji Yüksek Mühendisi
Şehircilik Meteorolojisi
Komisyonu Üyesi

AKILLI ŞEHİRLERDE METEOROLOJİNİN YERİ VE ÖNEMİ

Fırat ÇUKURÇAYIR
Meteoroloji Mühendisi
Oda Başkanı

GİRİŞ

Sanayi devrimiyle birlikte atmosfere salınan sera gazı salınımının artması, arazi örtüsünü etkileyen şehirleşme, insan kaynaklı faaliyetlerin artması küresel ısınmaya ve iklim değişikliğine neden olmuştur. Dünya genelinde sıcaklıklar artarken, buzullar erimekte, deniz seviyesi yükselmekte ve yağış rejimi değişmektedir. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) raporuna göre ülkemiz iklim değişikliği bakımından riskli bölgede yer almaktadır. Günümüzde gerek şehirlerimizde gerek ülkemizde, gerekse dünya genelinde küresel ısınma ve iklim değişikliğinin etkilerini (fırtına, sıcak hava dalgaları, hortum, kuraklık, seller, salgın hastalıklar vb. artışları) yaşayarak görmekteyiz. Bu çalışmada akıllı şehircilik uygulamaları ile meteoroloji mühendisliği ilişkisine kısaca değinilerek farkındalık oluşturulmaya çalışılacaktır.

AKILLI ŞEHİRLERDE METEOROLOJİK UYGULAMALARIN GELECEĞİ

Akıllışehir; vatandaşların şehri teknolojiyi kullanarak nasıl şekillendirdiği ve şehir yönetiminin desteğini alarak vatandaşların bunu yapmasının nasıl sağlandığıdır. Şehirleri 'akıllı' şehirlere dönüştürme zorluğu, rekabet gücü ile sürdürülebilir kentsel gelişmeyi aynı anda birleştirmeyi amaçlamaktadır. Bu, e-hizmetler sağlayan modern Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) ile geleneksel kentsel çevre, yönetsel ve sosyal işlevlerin birleşimi yoluyla gerçekleşir. Aynı zamanda, yeni nesil teknoloji topluluğu, büyük miktarlarda veriyi sistematik

bir işbirliğine dayalı bir şekilde kaydetmeyi ve değerlendirmeyi amaçlayan toplum temelli hizmetlerin geliştirilmesiyle ilgili konular üzerinde çaba sarf etmektedir. Böylece, etkin kaynak kullanımı kavramı oldukça önemli hale gelmektedir. Bütünleşik afet yönetimini daha etkin ve verimli hale getirmek için akıllı binalar ve şehirler bağlamında kaynak kullanımının yeni nesil teknolojiler kullanarak afet yönetimini de akıllı hale getirmek gerekmektedir.

1.1. Akıllı Şehirlerde Afet Yönetimi ve Erken Uyarı Sistemleri

Afet öncesinde, sırasında ve sonrasında uydular, kablosuz ve uzak algılayıcılar, ulusal meteoroloji ve yerbilimleri (Jeofizik, Jeoloji, Jeodezi) bölümleri, STK'lar ve çeşitli diğer uluslararası, hükümet ve özel kuruluşlar tarafından çeşitli veriler düzenli olarak toplanmaktadır. Veri analitiği, bu tür veri birikiminden yararlanabilir ve daha sonra gelişmiş hizmetlere dönüştürülebilecek algoritmalar üretebilir. Afetler, toplum üzerinde ciddi ve yaygın olumsuz etkilere ve büyük insan kayıplarına neden olabilen ani gelişen olaylardır. Toplum üzerinde kötü etkiye neden olur. Bunun için afet öncesinde her şey düşünülerek en hafif olasılıktan en imkânsız olasılığa kadar afet senaryolarının belirlenmesi ve bu senaryolara göre hazırlık yapılması gerekmektedir. Zira afet, beklenmeyi beklemektir. Doğa kaynaklı 31 afetin 28 tanesi meteorolojik kökenlidir. Bu nedenle Meteoroloji Mühendisliği Afet Yönetimi evresinin öncesi, anı ve sonrasında mutlaka başta Erken Uyarı Sistemleri olmak üzere hak ettiği yeri almalıdır.

Afet Zararlarının Azaltılması Çerçeve Sözleşmelerinde (Hyogo-1995 ve Sendai-2015) anılan çalışmaların daha etkili uygulanabilmesi, çok daha fazla katılımlı bütünleşik afet yönetim sistemlerinin yaygınlaştırılması ve yapılan her türlü erken uyarı ve alarm sistemlerinin yaygınlaştırılarak etkili risk yönetimi ve kriz yönetimi için; gelişen teknolojinin imkanlarından daha fazla faydalanılarak mevcut afet yönetim ilke ve yöntemlerinin nesnelere interneti (IoT), büyük veri (bigdata), makine öğrenme ve yapay zekâ teknikleri, online eğitim, sosyal medya ve görsel medya ortamlarının en ücra köşelere bile erişebilecek hale gelmesi ile sürekli gelişen bilgi ve iletişim tekniklerinden faydalanılması kaçınılmaz olmuştur.

Yaşanan kayıpları azaltmak için bazı uzmanlar tarafından önerilen ve geliştirilen akıllı şehir çözümlerini sıralamak gerekirse bunlar: Modelleme Sistemleri, Erken Uyarı Sistemleri, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Sosyal Medya, Mobil Uygulamalar, Drone ve Uydu Teknolojileri, Mekanik Dış İskelet Teknolojisi, Mobil İletişim Sistemleri ve Taşınabilir Güneş Paneli Sistemleridir. Yine afet yönetiminin bileşen ilişkileri literatürde Akıllı Ulaşım, Akıllı Altyapı, Akıllı İnsan, Sosyal Altyapı, Akıllı Yaşam, Akıllı Çevre, Akıllı Sağlık, Coğrafi Bilgi Sistemleri, Kentsel Dönüşüm olarak sınıflandırılmıştır. Bu kapsamda afet ve acil durum yönetiminin bileşenleri olarak ise Akıllı Kalabalık Yönetimi, Akıllı Koordinasyon Hizmetleri, Acil Uyarı Sistemleri ve Acil Durum İş Birliği Yönetimini işaret etmiştir.

Erken Uyarı Sistemleri afet yaratacak tehlikelerin yaratabileceği olumsuzlukları ve afetin zararlarını azaltmak, insanları uyarmak veya başladıktan sonra zarar verici etkilerinin insanlara, canlılara ve şehirlere ulaşmadan teknoloji, bilgi ve iletişim teknolojilerini kullanarak oluşacak her türlü can kaybı ve ekonomik zararları azaltıcı sistemler olarak tanımlanır. Meteorolojik olaylar için çok eskilere dayanan bu sistemler deprem ve tsunamiler için 1980'li yıllardan itibaren geliştirilmektedir. Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından işletilen Meteorolojik Uydu ve Radar, Yıldırım Tespit Sistemi, Sel Erken Uyarı Sistemi, Orman Yangınları Erken Uyarı

Sistemi, İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) tarafından işletilen Buzlanma Erken Uyarı Sistemi, Taşkın Erken Uyarı Sistemi gibi sistemler ülkemizde bu konudaki örnek çalışmaların başında gelmektedir.

1.2. Akıllı Şehirlerde Bilgi Teknolojileri, Büyük Veri ve Meteoroloji İlişkisi

Nesnelerin İnterneti (IoT), birden fazla dağılık bileşeni sinerjik kullanımına doğru entegre eden karmaşık sistemlerle ilgilenir. IoT teknolojisi ile merkezi veri toplamayı mümkün kılmamanın yanı sıra mevcut altyapı yokluğunda veri iletimi için birbirine bağlı bir ağ sağlamanın bir yolu olarak birbirine bağlı akıllı modüller sistemi geliştirilmiştir. Akıllı şehir yönetiminde ve izlemede olduğu gibi meteorolojik ölçümlerde ve afet yönetiminde de IoT'nin algılama ve iletişim teknolojilerinin kullanılması gerekmektedir.

Büyük veri (bigdata) tanım olarak üretilen, yakalanan ve yüksek hızla işlenen çok çeşitli verilerin büyük hacimli hali olarak tanımlanır ve dünyada nüfus artışı ve teknolojinin ilerlemesi sonucu ortaya çıkmıştır (Laney, 2001).

Büyük veri bilgi akışı, sosyal medya verileri veya büyük veri tabanlarından gerçekleşir (Chen ve diğ., 2017).

Büyük verinin afet yönetimi ve diğer uygulamalarda kullanılabilmesi için işlenmesi ve bu verilerden anlamlı çıktılar oluşturabilmek için istatistik ve sayısal hesaplama yöntemlerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu amaçlar için istatistik, veri madenciliği, zaman serisi analizi, regresyon, graf teorisi, simülasyon, sinir ağları, makine öğrenmesi teknikleri ve iş zekâsı gibi farklı yöntemler uygulanmaktadır (Çağlayan ve diğ., 2018).

Günümüz teknolojisi ile elde edilen büyük meteorolojik veri, öncelikle meteorolojik haritaları görselleştirme, analiz etme ve tahmin etmede sağladığı çeşitli olanaklar nedeniyle meteoroloji için yeni olanaklar sunmaktadır. Bu perspektiften bakıldığında, büyük veri, insan toplumlarının insanların acısını ve ekonomik kayıpları azaltmak için doğal afet yönetimi stratejilerini benimseme yöntemlerini kökten değiştirmiştir.

Artık bilgi teknolojisine büyük ölçüde bağımlı olan bir dünyada, bilgisayar uzmanlarının ve politika yapımcıların temel amacı, bilgileri çeşitli biçimlerde temin ederek ve farklı aşamalarda etkili bir şekilde kullanılabilir şekilde depolayarak büyük veriden en iyi şekilde yararlanmaktadır. İklim Modellemesinde, Hava Tahmini Modellerinde, Doğa kaynaklı afet yönetiminde büyük verinin rolünü analiz etmede literatürün sistematik bir incelemesini yapmayı, anlamlı ve etkili çözümler sağlamada teknolojinin mevcut durumunu vurgulamayı amaçlamaktadır. Büyük veri kaynaklarını, farklı meteorolojik veriler ile diğer verilerin analizinde, gelecek projeksiyonlarda, afet yönetimi doğal tehlikeleri izlemek ve tespit etmek, etkilerini azaltmak, yardım çabalarına yardımcı olmak için bu yeni "Büyük Veri" ekosisteminden yararlanmayla ilişkili yeni teknolojik konuları gözden geçirilmektedir. Bu sayede gerek model çıktılarında gerekse mevcut durum analizinde iyileşme ve yeniden yapılanma süreçlerine de katkıda bulunur. Meteorolojik Verilerin Analizi, İklim Projeksiyonları ve Afet Yönetiminin kolaylaştırılmasında büyük verinin etkinliğine ilişkin çeşitli bilimsel ve teknolojik çalışmalar her geçen gün artmaktadır.

1.3. Akıllışehirlerde Ulaşım ve Meteoroloji İlişkisi

Büyük şehirlerdeki trafiği felce uğratan sağanaklar, aşırı kar yağışı, yoğun sis, buzlanma, kuvvetli rüzgârlar gibi meteorolojik karakterli doğa kaynaklı afetler ile etkili mücadele, ancak problemin boyutlarının kriz anından önce bilinmesi ve bunlara karşı hazırlıklı olunması ile mümkündür. Kışın yollarda biriken kar ve oluşan buzlanma, sürücüler başta olmak üzere yolların bakımını yapan ekiplerin işini zorlaştırmaktadır. Kar örtüsü, buzlanma, kırağı nedeniyle yollar üzerinde oluşan gizli buzlanma, buzlanma çeşidi olmasa da yollara ıslaklık ve sanki buzlanma hissi veren çiy nedeniyle yollarda bakım ve tedbir görevi ile mücadele eden ekipleri çok sayıda olayla karşı karşıya bırakmaktadır. Bu olaylar arasında, müdahale şekli, müdahale zamanı, müdahalenin

miktarı ve yeri gibi aşamaları içeren kararlar alınması, yol güvenliği ve etkinlik açısından büyük önem taşımaktadır.

Dünyada uygulanan iki farklı buzlanma kontrol yöntemi vardır: Buzlanmanın Önlenmesi ve Buzlanmanın Giderilmesi. Son yıllarda geliştirilen en önemli bakım stratejisi, koruyucu bakım yaklaşımıdır. Bu yaklaşım oluşabilecek olumsuz koşulların önceden belirli gözlem ve ölçümlere dayanarak tahmin edilmesi ve gereken önlemlerin zamanında alınmasına dayanmaktadır (Agar ve Kutluhan, 2005).

Bu nedenle 2007 Aralık ayında İBB yaklaşık 1 milyon dolar yatırım yaparak buzlanmayı üç saat öncesinden bildiren, yoldaki çiy-kırağı, kimyasal oranını, sis, pus, fırtına vb. hadiseleri tespit eden 28 adet BEUS'u İstanbul'un kritik noktalarına kurmuştur. 2020 Yılı itibariyle BEUS sayısı 60'a yükselmiştir (Kadioğlu ve Köse, 2011).

Benzer akıllı sistemlerin kış şartlarının ağır olduğu iller için de öncelikli olarak yapılması önerilir. AKOM İstanbul'da tüm otoyol ve caddelerde kurulu bulunan yüzlerce trafik gözlem kameraları ile tüm trafik akışı izlenmekte ve İBB Ulaşım Yönetim Merkezi tarafından Elektronik Denetleme Sistemi (EDS) ile trafik ihlalleri anlık olarak takip edilmektedir. İBB tarafından geliştirilen mobil uygulama ile yollardaki trafik yoğunluğu herkes tarafından anlık olarak izlenebilmektedir. Yine bu yollar etrafında olası bir acil durumda ışıklandırmayı sağlayacak güneş panelli elektrik direklerinin yaygınlaştırılarak bu direkler üzerine kurulacak akıllı sensör ve farklı kameralara bu yolların afet anındaki durumları belirlenerek, afet yöneticilerinin öncelikli olarak bu yolları açmak için gereken adımları atmaları sağlanmalıdır. İstanbul için kurulan tüm bu akıllı trafik yönetim sisteminin akıllı sinyaller ve algoritmalarla geliştirilerek afet anı ve sonrasında afete müdahale ekiplerine güvenli yolların sağlanması konusunda çalışmalar sürdürülmektedir. Bu tür sistemlerinin tüm afete maruz akıllı şehirler iller için de yaygınlaştırılması gereklidir.

1.4. Akıllı Şehirlerde Mekânsal Uygulamalar (Altyapı, Üstyapı ve Yerleşim)

Kentsel tasarım, altyapı ve üst yapı başta olmak üzere ulaşım planlamasında yer alan çok çeşitli disiplinleri bir araya getirmek için kilit role sahiptir. İlk çağlarda yürüme mesafesinde olan şehirler; nüfusun artması, ulaşımın gelişmesi ve ticaretin kolaylaşmasıyla durmadan gelişmiş, çevresinin hızla dönüşmesine neden olmuş, sıçramalar göstermiştir. Bu kontrolsüz yayılma sonucunda yolculukların süresi uzamış ve kat edilen mesafe artmıştır. 19. yüzyılda kentlerde yaşanan hızlı sanayileşme sonrası fonksiyonların birbirinden ayrıştırılması iş-ev arası yolculuk mesafelerini daha da arttırmıştır. Zamanla şehirlerin %30-50'sini yollar ve otoparklar oluşturmaya başlamış ve sonuç olarak şehirler yaşanabilir cazibelerini kaybetmeye başlamıştır. Bu etkiyi azaltmak için toplu taşıma ortaya çıkmış ve çevresel ve maddi kazançlarıyla kent ulaşımında en önemli faktörlerden biri olmuştur. Kamu ve özel sektör eliyle yürütülmekte olan toplu taşımada teknolojinin gelişmesiyle farklı türler ortaya çıkmıştır. Gittikçe büyüyüp nüfusu 1 milyonu aşan şehirlerde ulaşımında entegrasyon önemli bir konu haline gelmiştir. Londra, Paris gibi büyük şehirlerde özel ulaşım bölümleri kurulmuştur bu kurumlar ulaşım sistemleri arasında entegrasyonu sağlamak için gerekli politikaları belirlemiştir ve yönetmiştir (Richards, 1990).

Günümüz akıllı şehirlerinde sürdürülebilir dirençli mekânsal tasarımlar ön plan çıkmaktadır. Şehrin planlanmasında hakim rüzgar yönünün dikkate alınması, güneşlenme süresi, şehir sellerinin önlenmesi amacıyla su depolama (sarnıç sistemi), çatılara gelen rüzgar ve kar yükü hesaplamaları, günlük ısınma ve soğutma parametreleri, sürdürülebilir temiz enerji kaynaklarının kullanımı, ulaşımında trafik ve gürültüyü azaltmak, karbon emisyon azaltımını özendirme için toplu taşımanın özendirilmesi, araç hareketliliği yerine, insan hareketliliğinin ön plana çıkarıldığı, altyapı ve üst yapı planlamaları ve uygulamalarında jeolojik ve meteorolojik koşulların göz önünde bulundurulduğu, kişi başına düşen yeşil yutak alanlarının artırıldığı mekânsal alanlar ön plana çıkmaktadır. Bu kapsamda küresel ısınma ve iklim

değişikliğinin etkisiyle rejimi değişen yağışlar nedeniyle şehirlerde sık sık yaşanan şehir sellerini önlemek, daha sık ve şiddetli esen fırtınalar nedeniyle daha kırılğan hale gelen şehirlerde uçan çatılar, devrilen ağaç ve direkler başta olmak üzere yaşanması muhtemel tüm bu olumsuzlukların önüne geçebilmek için artık şehir planlarında ve ulaşım yapıları başta olmak üzere tasarlanacak sanat yapılarında "şehircilik Meteorolojisi" ön plana çıkmıştır. Bu nedenle geleceğin şehirlerinde Meteoroloji Mühendislerinin söz sahibi olabilmesi için üniversitelerimizdeki ders içeriklerinin günümüzün gelişen teknolojisi ve şehirlerine uygun olarak revize edilmesi ve yeni çıkan mezunlarımızın akıllı şehircilik, akıllı uygulama, veri madenciliği başta olmak üzere söz sahibi olması geleceğimiz açısından hayati öneme sahiptir.

1.5. Akıllı şehirlerde Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Eylem Planı Projesi (SECAP)

Şehirler, artan nüfusları ve ekonomik ağırlıkları bakımından iklimsel risk ve fırsatlar anlamında giderek daha önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, iklim değişikliğine uyum ve çözümlerin önemli kısmını yerel yönetimler yerine getirecektir. İklim değişikliği bilinci ve bu çerçevede geliştirilen stratejilerin global ölçekte başarılı olabilmesi için; geniş katılımlı bir süreç, aktörlerin yakın koordinasyonu, uzun vadeli irade, en üst düzeyde ilgi gösterilmesi ve destek olması son derece önemlidir. Bu hedefler doğrultusunda şehirlerimiz iklimle ilgili risk ve fırsatları değerlendirebilecek, iklim değişikliği uyum ve azaltma opsiyonlarını göz önünde bulunduracak, paydaşların katılımını destekleyecek, kapasite artırıcı faaliyetlere destek olacak bir Sürdürülebilir Enerji ve İklim Değişikliği Eylem Planı Projesi (SECAP) hazırlanmalıdır. Bu çerçevede 2021 Şubat ayında Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayınlanan "İklim Değişikliğiyle Mücadele Sonuç Bildirgesinde" özetle: "Tüm kurumların, sera gazı emisyonlarının azaltımına ve iklim değişikliğine uyum sağlamasına yönelik 2050 Ulusal İklim Değişikliği Stratejisi ve Eylem Planı uygulamaya konulacaktır. Bakanlığın; Bölgesel İklim Değişikliği Eylem Planlarıyla, 7 bölgemiz tüm alanlarda iklim değişikliğine uyumlu hale getirilecektir. Akıllı şehir ve sıfır atık uygulamaları yaygınlaştırılacaktır.

Ülkemizin her yerinde; enerji verimli, iklime duyarlı yeni yerleşim alanları kurulacaktır. İklim değişikliğinin olumsuz etkilerinin en çok yaşandığı sektörler olan tarım, hayvancılık, turizm, yenilenebilir enerji ve sanayi alanlarında yatırımlarımızı en verimli şekilde yönlendirecek, mekânsal strateji planı ve bütün ölçeklerde yeni mekânsal planlar uygulamaya konulacaktır” denmektedir. Bakanlığın İklim Değişikliği Eylem Planında var olan alınması gereken tüm tedbirlerin Yerel Akıllı Şehir Stratejisi ve Yol Haritalarında da mutlaka belirtilmesi gerekmektedir. Bakanlığın bu çerçevede aldığı 17 başlıktan oluşan eylem planı incelendiğinde Akıllı Şehir Yönetiminden, Bilgi Güvenliğine, Acil Durum Yönetiminden Ulaşım, Enerji, Alt ve üstyapılar başta olmak üzere birçoğunun doğrudan ya da dolaylı olarak Meteoroloji Mühendisliği ile ilgili olduğu görülecektir.

Belediye Başkanları Küresel İklim ve Enerji Sözleşmesi (BBKİES); iklim değişikliği ile gönüllü olarak etkin bir şekilde mücadele etmek ve düşük emisyonlu, iklim esnekliğine sahip bir geleceğe adım atmak için uzun vadeli ortak bir vizyona sahip dünyanın en büyükşehir ve yerel yönetim işbirliğidir. BBKİES’ye katılan yerel yönetimler aşağıdaki hususlarda politikaları uygulamayı ve önlemler almayı taahhüt etmektedir:

- sera gazı emisyonunu azaltmak/sınırlamak,
- iklim değişikliğinin etkilerine hazırlanmak,
- güvenli, uygun maliyetli ve sürdürülebilir enerjiye erişimi arttırmak,
- bu hedefler doğrultusunda ilerlemeyi takip etmek.

Emisyonları etkili bir şekilde düşürmek, mevcut iklim etkilerine müdahale etmek ve geleceği planlamak için şehirlerin doğru coğrafi ve zamansal ölçeklere sahip verilere ve bilgilere ihtiyacı vardır. Yeni oluşturulan BBKİES Kurulu tarafından kabul edilen Ortak Raporlama Çerçevesi (ORÇ), dünya genelindeki şehirlerin kendi iklim faaliyetlerinde standartlaştırılmış tek bir yaklaşımla bilgi paylaşımlarını sağlayacak ilk küresel raporlama çerçevesini belirlemiştir. Bu çerçeve, BBKİES şehirlerine kendi sera gazı emisyonlarını, iklim değişikliği risklerini ve

savunmasızlıklarını değerlendirmek ve entegre ve uyumlu bir şekilde raporlama yapmak için yol göstermektedir. İklim Beyanları Standartları Kurulu (CDSB) ve CDP kısa süre önce “AB Mali Olmayan Raporlama Direktifi ekseninde çevresel raporlama nasıl yapılır?” sorusuna cevap vermeyi amaçlayan bir çevre raporlama el kitabı yayınladı.

Buna göre etkili çevresel raporlama için gerekli bazı ilkeler şunlardır:

- Amacına uygun yapılması
- Verilen diğer bilgilerle bağlantı kurulabilir olması
- Tutarlı ve karşılaştırılabilir olması
- Açık ve anlaşılır olması
- Ölçülebilir olması
- İleriye dönük olması

SONUÇ VE ÖNERİLER

Şehircilik için 1800’lü yılların ikinci yarısından günümüze kadar dünyamızın geçirdiği sosyal olayları dikkatle incelememiz gerekecektir. Bilindiği gibi hem ülkemizde hem de dünyada nüfus hızla artarken, şehirlere doğru hızlı bir göç yaşanmaya devam etmektedir. Bunun sonucunda ortaya çıkan yaşamsal ihtiyaçlar yeterince karşılanmadığı için şehirlerde yaşam birçok farklı meslek gruplarının sorunun çözümünde yer alması gereken karmaşık bir yapıya dönmüştür.

Hepimiz artık çok iyi biliyoruz ki; bir şehir (yerleşim merkezi) oluştuğunda kendi “şehir iklimini” yaratmakta ve bu şehrin iklimi çevre iklimini de çeşitli yollarla etkilemektedir. Oluşan şehir iklimi, içinde yaşayan insanların sağlıklarına ve her alanda yaşam standartlarına doğrudan etki etmektedir.

Şehirdeki enerji kullanımı büyük ölçüde iklim faktörlerine bağlıdır. Kurulacak binaların mimarisini, yerleşim düzenini ve kullanılacak yapı malzemelerini, yine büyük ölçüde iklim faktörleri tayin edeceği için farklı iklim kuşaklarında farklı tiplerde yapı malzemeleri ve bina tipleri tercih edilecektir.

Kırsal olarak adlandırdığımız şehir dışı alanlar ile şehir yerleşim alanlarında meteorolojik parametrelerin etkisi tamamen farklı etkiler yaratabilmektedir. Örneğin kırsal alanlara yağın 10 cm yüksekliğinde kar yağışı hiçbir sorun yaratmazken metropollere yağın bir cm kar yağışı bile yaşamı ciddi olarak aksatabilmektedir.

Tüm dünyada 1970'li yıllarda başlayan şehirçilik meteorolojisi ile ilgili çalışmalar ne yazık ki ülkemizde yeterince kendine yer bulamıştır. Bu nedenle geleceğin şehirlerinde Meteoroloji Mühendislerinin söz sahibi olabilmesi için üniversitelerimizdeki ders içeriklerinin günümüzün gelişen teknolojisi ve şehirlerine uygun olarak revize edilmesi ve yeni çıkan mezunlarımızın akıllı şehirçilik, akıllı uygulama, veri madenciliği başta olmak üzere söz sahibi olması mesleğimizin geleceği açısından da hayati öneme sahiptir.

Aynı şekilde özellikle İklim Değişikliği Eylem Planı ve iklime uyum konusunda Meteoroloji Mühendisleri dışında birçok farklı meslek grupları çalışırken, burada öz eleştiri yapıp bizlerin kendi uzmanlık dalımız olan bu alanda söz sahibi olabilmemiz için Üniversite, MGM, DSİ, Meteoroloji Mühendisleri Odası başta olmak üzere sıkı işbirliği yaparak daha fazla mesai harcamamız gerekmektedir.

Kaynakça:

Agar, E. & Kutluhan, S. 2005. Karayollarında Kış Bakımı Kar ve Buz Kontrolü. TMMOB İstanbul Bülten

Chen, N., Liu, W., Bai, R., Chen, A. (2017). Application of computational intelligence technologies in emergency management: a literature review, Artificial Intelligence Review, pp. 1-38.

Çağlayan, N., Satoğlu, S.I., Kapukaya, E.N. (2018). Afet Yönetiminde Büyük Veri ve Veri Analitiği Uygulamaları: Literatür Araştırması, 7. Ulusal Lojistik ve Tedarik Zinciri Kongresi, ULTZK Bildiriler Kitabı, sayfa 1-10.

Kadioglu, M., Köse, A. (2011), Karayollarında Buzlanmayı 3 Saat Öncesine Kadar Haber Verebilen Buzlanma Erken Uyarı Sistemleri (BEUS), İTÜ, 5. Atmosfer Bilimleri Sempozyumu

Laney, D. (2001). 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety (). META Group.
Richards B. (1990). Transportation In Cities, Architecture Design and Technology Press, London.



[Meteoroloji Mühendisleri Odası](#)



[Meteoroloji Mühendisleri Odası](#)



Feryal BIÇKICI
Meteoroloji Mühendisi
Hidroloji Komisyonu Üyesi

PROJE KESİTLERİNDE AKIM GÖZLEM İSTASYONU AÇILMASININ VE İŞLETİLMESİNİN ÖNEMİ

Özet

Proje kesitlerindeki su potansiyeli hesaplamaları Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) uzun süreli günlük, aylık ve yıllık gözlem değerlerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Kısa süreli akım ölçümleri olan bir istasyonun değerleri ise uzun süreli başka bir istasyonun gözlem verileri kullanılarak geriye ve ileriye uzatılması ile eksik yıllara ve aylara ait akımların bulunmasında istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Proje kesitinde Akım gözlemi yapılmadığı durumlarda yani AGİ kurulmadığı durumlarda ise benzeşim metodu kullanılarak aynı iklim özelliklerine sahip komşu havzadaki veya aynı akarsu üzerindeki Akım Gözlem istasyonunun değerleri alan oranı ile taşınarak su potansiyeli hesaplanmaktadır.

Bu makalede, proje yerinde AGİ kurulmadan proje yerleri için yağış alanları oranıyla elde edilen su potansiyelinin ne denli sağlıklı olup, olmadığı araştırılmıştır.

Aynı dere üzerinde yaklaşık 3,5 km mesafedeki iki AGİ'de yapılan bir yıllık akım ölçümleri sonucu, daha az olması gereken memba istasyonunun yıllık toplam akımı mansaptaki istasyonun yıllık toplam akımından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Oysaki yağış alanları oranına göre membadaki istasyonun yıllık akımının mansaptaki istasyonun yıllık akımından düşük olması gerekmektedir. Bu durumda bir kesitte gözlenen akım değerlerinin alan oranıyla başka bir kesite taşınmasının çok da sağlıklı olmadığını göstermektedir.

Akarsularımız üstündeki su yapılarının sağlıklı olabilmesi için özellikle depolamalı tesisler (baraj,

gölet) ve kanal Hidroelektrik Santralleri (HES) proje kesitinde AGİ kurularak en az 2 yıl akımların gözlenmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

1-Giriş

Su yapılarının (Baraj, Gölet, HES, Regülatör, Taşkın koruma Tesisleri) planlanması ve yönetiminin temel unsuru hidrometrik ve hidrolojik çalışmalarıdır. Tüm tesislerdeki boyutlandırmalar proje hidrolojisi ile belirlenmektedir. İnsanlığa hizmet eden su yapılarının sağlıklı, güvenli ve ekonomik olabilmesi için ise yine güvenilir ve sağlıklı hidroloji çalışmasıyla gerçekleşmektedir.

Hidroloji çalışmalarında temel unsurlardan biri su potansiyelinin hesaplanmasıdır. Proje yerlerinin en güvenilir su potansiyeli hesaplamaları akarsular üzerine kurulan AGİ'lerin uzun süreli günlük, aylık ve yıllık gözlem değerlerinden yararlanılarak yapılmaktadır. Ancak, su yapıları projelerinin gelişim sürecine göre, proje kesitinde AGİ'nin olmaması veya AGİ verilerinin kısa süreli olması durumunda, proje yeri su potansiyelinin hesaplanabilmesi için bir takım yöntemlere başvurulmaktadır. Kısa süreli akım ölçümleri olan bir istasyonun günlük veya aylık akım verileri, istatistiksel yöntemler kullanılarak uzun süreli başka bir istasyonun verileriyle uzun süreli hale getirilmektedir. Proje yerinde AGİ olmaması durumlarında ise benzeşim metodu kullanılarak aynı iklim özelliklerine sahip komşu havzadaki veya aynı akarsu üzerindeki AGİ değerleri, alan oranı ile taşınarak su potansiyeli hesaplanmaktadır.



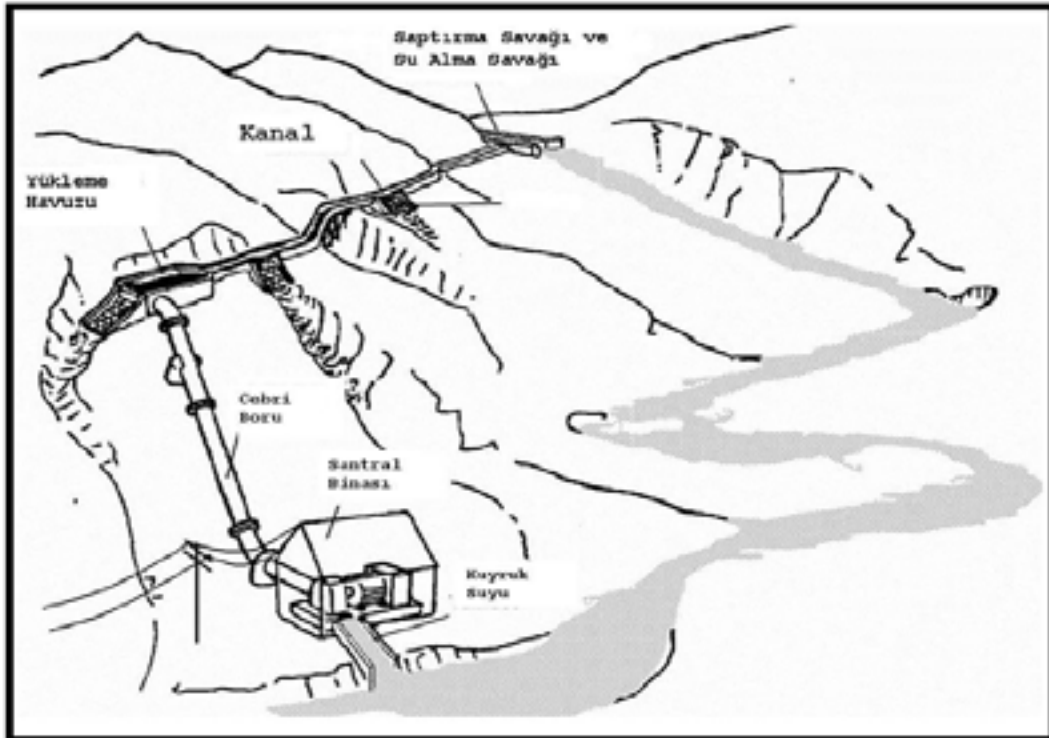
Resim:1 Akım Gözlem İstasyonu (AGİ)(DSİ Arşivi)

Son yıllarda özellikle 4628 sayılı yasa ile özel firmalar tarafından geliştirilen yüzlerce HES projelerinin su potansiyelleri benzeşim

yöntemleri, alan oranları veya veri uzatma yöntemleri kullanılarak yapılmıştır. Alan oranı kullanılarak hazırlanan bu projelerden birinin inşaat aşamasından önce su potansiyelinin ne denli sağlıklı olup olmadığını araştırmak amacıyla proje kesitine uygun bir yerde AGİ kurulmuş, mansabında bulunan ve proje çalışmalarında kullanılan AGİ ile paralel olarak gözlem çalışmalarına başlanmıştır.

2. Proje Yeri Ve İklimi

Proje Nehir tipi bir HES olup, Marmara bölgesindeki 12 no'lu Sakarya havzasında yer alan Koca çayın memba kollarından, Cerrah deresi üstünde yer almakta olup, proje alanı, bölge itibari ile ılıman iklim etkisinde olmasına rağmen rakım itibari ile civara göre yüksek kotta yer aldığı için kara ikliminin de tesirleri görülmektedir. İklim olarak yazları sıcak ve kurak kışları ise yağışlı geçmektedir. Proje alanında yer alan Fevziye meteoroloji istasyonunun 1964-2001 yıllarını kapsayan 36 yıllık ortalama yağışlarına göre, yıllık toplam yağış 1126,2 mm'dir. Bu değer Türkiye ortalaması olarak kabul edilen 574 mm'nin çok üstünde bir değerdir.



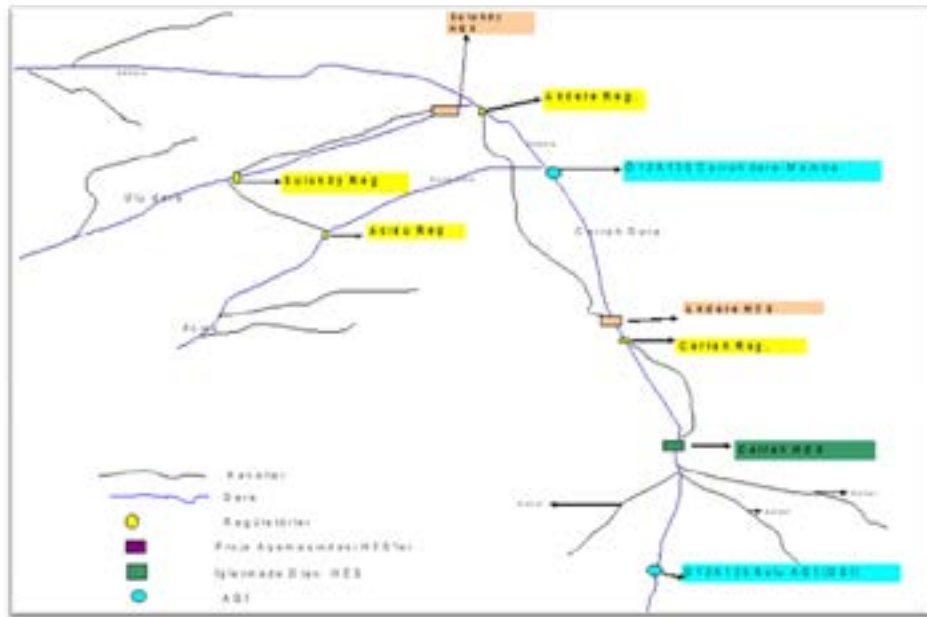
Resim: 2 Nehir Tipi HES'in Şematik Görünümü
(Kaynak: <http://hydropowerstation.com/?p=1834>)

3. Akım Gözlem İstasyonları

Cerrah derenin üzerinde 1978 den beri akım gözlemleri devam eden 325 m kotunda, 116,1 km²'lik yağış alanına sahip ve Devlet Su İşleri (DSİ) tarafından işletilen D12A135 no'lu Cerrah dere-Cerrah AGİ mevcuttur. (Not: AGİ numaralarının başlamasında D ile başlıyorsa DSİ tarafından işletilen anlamındadır) Bu AGİ'nin membasında 3 adet sulama kanalı mevcuttur. Yani akımları müdahalelidir.

Geliştirilmekte olan HES proje için ise bu istasyonun yaklaşık 3,5 km membasına 2009 su yılında işletmeye açılmış olan 102,8 km²'lik yağış alanına sahip Ö12A135 nolu Cerrah dere-Memba AGİ (Özel sektör AGİ'si olması sebebiyle numaralandırma başlangıcı Ö ile simgelendirilmiştir.) açılmıştır. Sulama kanalları bu istasyonun mansabında kalmaktadır. AGİ yerlerinin krokisi Şekil: 1'de verilmiştir.

Şekil: 1 Proje ve AGİ Yerlerinin Krokisi



4. Su Potansiyelleri

4.1 D12A135 no'lu Cerrah Dere-Cerrah AGİ'nin Su Potansiyeli

1978 yılında işletmeye açılan ve halen gözlemleri devam eden bu istasyonun membasında 3 adet sulama kanalı mevcuttur. Dolayısıyla bu istasyonun akımları müdahaleli akımlardır. AGİ'nin akımlarını doğal hale getirebilmek için sulama kanallarında periyodik olarak yapılan ölçümlerden faydalanılmıştır.

Sulama kanallarında farklı aylarda 9 yıl süre ile yapılan debi ölçüm sonuçlarının aylık ortalamaları alınmış ve 3 kanaldan geçen ortalama debiler toplanmıştır. Elde edilen aylık ortalama debiler, D12A135 nolu AGİ'nin günlük debilerine ilave edilerek AGİ'nin akımları doğal hale getirilmiştir. Kanal ölçüm sonuçları Tablo 1'de, D12A135 nolu AGİ'nin 2009 su yılı ölçülmüş günlük debileri Tablo 2'de, AGİ'nin doğallaştırılmış 2009 yılı günlük debileri Tablo 3'te ve doğallaştırılmış uzun yıllar aylık ortalama akımları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo: 1 D12A135 no'lu AGİ Membasındaki Kanalların Ölçüm Sonuçları

Suyun adı :		SU TEMİN TABLOSU											Yağış Alanı:	km ²
İstasyonun Adı :													Birimler:	m ² /s
Su Yılı	EQİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİR	TEMM.	AĞUST.	EYLÜL	Yıllık Ort.	
1990								0,001				0,109		
1991	0,00	0,012	0,075			0,00		0,063		0,307	0,106			
1992		0,000	0,060			0,00	0,122			0,399		0,622		
1993	0,251								0,408			0,164		
1994			0,141							0,441				
1995	0,091	0,083									0,299			
1996	0,217									0,571	0,329			
1997	0,090		0,297					0,533						
2008									0,303					
ORT.	0,130	0,032	0,143			0,000	0,122	0,199	0,356	0,430	0,245	0,298		
SAĞ SAHİL KANALI														
Suyun adı :		SU TEMİN TABLOSU											Yağış Alanı:	km ²
İstasyonun Adı :													Birimler:	m ² /s
Su Yılı	EQİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİR	TEMM.	AĞUST.	EYLÜL	Yıllık Ort.	
1990								0,330				0,244		
1991	0,393	0,094	0,134		0,066	0,092		0,073		0,435	0,017			
1992		0,127	0,101			0,096	0,040			0,491		0,591		
1993	0,006						0,008		0,058			0,060		
1994			0,021							0,026				
1995	0,035	0,053									0,063			
1996	0,267									0,179	0,027			
1997	0,037		0,016					0,100						
2008									0,015					
ORT.	0,152	0,091	0,068		0,066	0,096	0,024	0,168	0,637	0,283	0,036	0,298		
EDEBEY KANALI														
Suyun adı :		SU TEMİN TABLOSU											Yağış Alanı:	km ²
İstasyonun Adı :													Birimler:	m ² /s
Su Yılı	EQİM	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	MAYIS	HAZİR	TEMM.	AĞUST.	EYLÜL	Yıllık Ort.	
1990								0,078				0,000		
1991	0,051	0,017	0,011					0,020		0,167	0,440			
1992		0,052	0,079			0,048	0,058			0,124		0,175		
1993	0,106					0,000			0,157			0,020		
1994			0,039							0,042				
1995	0,012	0,103			0,038						0,091			
1996	0,015									0,106	0,155			
1997	0,174		0,144					0,000						
2008									0,271					
ORT.	0,072	0,057	0,068			0,024	0,058	0,060	0,214	0,110	0,229	0,065		
3 KANALA ALINAN SULARIN TOPLAMI (m³/s)														
	0,353	0,180	0,280		0,066	0,119	0,204	0,426	0,606	0,823	0,509	0,662	0,384	
AYLIK TOPLAM AKIMLAR (hm³) (Doğallaştırmada kullanılan değerler)														
	0,95	0,47	0,75		0,16	0,32	0,53	1,14	1,57	2,20	1,36	1,72	11,16	

Tablo: 4 D12A135 nolu AGİ'nin doğallaştırılmış uzun yıllar aylık ortalama akımları

Bölgesi : DSI 01 Bölge		SU TEMİN TABLOSU											Kot (m) :
İstasyon No : D12A135		Kanallar İave Edilmiş											Yağış Alanı (km ²): 116.1
Suyun adı : Cerrah Dere													Birimler : 10 ⁶ hm ³
İstasyon Adı : Cerrah													
Su Yılı	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Yıllık Top.
1978	3.67	5.34	14.55	16.50	18.28	20.97	20.03	26.94	16.97	8.60	3.14	3.58	177.56
1979	3.03	3.40	9.00	22.30	16.00	11.42	10.33	23.94	16.77	5.95	3.84	3.77	138.00
1980	3.87	6.97	7.53	19.10	9.72	14.02	18.13	23.64	18.97	7.51	3.23	3.04	135.82
1981	2.13	5.03	10.15	14.90	28.40	25.92	10.52	29.94	16.17	7.33	4.05	3.90	171.09
1982								27.14	22.57	6.81	2.00	2.40	
1983	1.37	1.10	2.91	3.29	4.20	8.26	14.32	15.24	11.77	2.90	1.40	1.03	68.80
1984	1.30	6.31	9.47	10.40	8.01	11.52	21.03	28.14	17.17	6.07	5.09	1.98	127.29
1985	1.13	2.05	2.14	5.88	4.82	9.39	10.33	16.04	5.11	2.39	1.30	1.73	68.34
1986	1.22	10.06	8.93	21.00	11.98	14.62	15.63	14.54	10.54	3.15	1.44	2.13	115.21
1987	1.87	2.59	8.03	27.00	12.10	11.52	15.93	22.24	15.67	8.28	5.24	5.35	135.87
1988	1.09	2.90	14.05	5.37	5.78	7.30	14.45	16.31	7.92	2.57	1.41	1.72	80.92
1989													
1990													
1991	2.22	4.78	12.05	4.54	8.60	9.31	15.13	21.04	14.17	5.33	1.03	2.00	101.45
1992	2.19	2.06	3.22	2.32	3.03	8.50	17.73	15.04	10.34	4.54	1.51	1.72	70.21
1993	2.83	3.45	4.00	2.85	4.30	8.02	13.43	22.74	8.78	3.00	1.48	1.03	78.70
1994	1.35	1.55	4.05	2.10	3.30	4.72	10.43	9.01	4.21	2.25	1.30	1.72	46.06
1995	1.59	6.31	4.57	10.80	5.53	11.62	19.33	25.94	11.21	5.50	1.51	1.80	105.77
1996	1.51	8.35	8.52	6.36	5.11	9.52	12.33	24.74	8.08	2.68	1.50	3.30	90.02
1997	2.81	1.85	4.80	7.57	3.92	4.65	14.03	19.61	9.70	3.22	2.30	1.90	75.50
1998	7.90	5.24	14.85	5.09	12.40	8.35	19.13	21.94	9.45	2.07	1.50	1.91	110.71
1999	2.49	3.51	6.65	3.22	5.78	7.07	14.53	17.74	6.48	2.60	1.83	2.00	73.75
2000	1.20	2.40	2.40	1.94	4.45	6.95	30.83	16.44	7.71	2.40	1.54	1.91	60.41
2001	2.18	2.70	2.96	1.81	3.20	10.07	11.73	14.64	3.34	2.28	1.56	1.77	68.37
2002	1.02	2.90	19.55	9.25	6.64	13.32	20.09	23.24	11.67	3.42	1.50	2.04	115.40
2003	2.32	3.24	2.16	7.68	5.07	5.39	15.03	19.24	6.14	2.38	1.48	2.00	72.08
2004	3.92	8.20	4.82	10.10	9.64	12.12	12.93	15.74	6.47	2.40	1.51	1.78	87.69
2005	1.09	0.81	1.54	4.38	5.57	14.12	16.53	18.64	8.49	4.45	1.48	1.88	78.97
2006	1.23	5.92	7.67	5.47	10.40	15.42	18.23	15.34	10.27	3.00	1.45	1.90	98.42
2007	2.35	2.74	1.54	2.74	3.40	5.50	5.39	8.63	3.46	2.20	1.45	1.90	41.40
2008	1.37	3.80	9.00	1.42	2.10	17.52	20.13	10.90	5.72	2.30	1.40	2.04	79.02
2009	1.50	1.07	2.90	6.66	16.30	10.72	19.33	24.08	9.65	2.58	1.44	2.03	69.44
TOPLAM	61.58	114.38	219.87	241.92	239.20	315.90	483.90	598.90	315.50	122.10	61.59	70.32	2738.52
Ortalama	2.23	3.95	7.77	8.34	8.25	10.89	16.89	19.96	10.62	4.07	2.05	2.34	95.81



4.2. Ö12A135 nolu Cerrah Dere-Memba AGİ'nin Su Potansiyeli

2009 su yılında işletmeye açılan Ö12A135 nolu AGİ'nin günlük debileri Tablo 5'de verilmiştir.

Tablo: 5 Ö12A135 nolu AGİ'nin 2009 Su yılı günlük debileri

2009 Su Yılı													m ³ /s	
GÜNAY	ŞEHİR	KASIM	ARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NEİSAN	MAYIS	HAZİRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	SEYİL		
1	0.520	0.394	2.950	1.270	5.890	3.190	7.690	9.490	8.048	1.170	0.184	0.210		
2	0.532	0.394	2.950	1.330	5.740	2.850	7.320	10.300	7.898	1.110	0.205	0.289		
3	0.400	0.394	2.470	1.330	5.320	3.590	7.320	10.100	8.829	1.690	0.205	0.289		
4	0.444	0.328	2.470	2.830	6.020	4.200	7.690	9.870	8.228	0.984	0.229	0.310		
5	0.444	0.394	2.470	7.320	6.440	6.600	7.500	9.690	7.509	0.823	0.183	0.310		
6	0.576	0.328	2.380	8.020	6.160	11.200	7.690	9.490	8.448	0.862	0.229	0.310		
7	0.532	0.394	2.290	6.460	7.160	10.900	7.500	9.240	8.958	0.801	0.229	0.310		
8	0.520	0.328	2.200	4.090	17.500	9.690	7.140	9.240	8.129	0.811	0.205	0.310		
9	0.576	0.328	2.200	3.760	23.300	8.820	6.950	9.870	8.448	0.811	0.313	0.353		
10	0.532	0.328	2.130	2.660	13.200	8.820	7.140	10.300	8.329	0.826	0.288	0.383		
11	0.400	0.292	2.050	2.830	10.500	7.500	7.500	11.200	8.648	0.439	0.288	0.353		
12	0.400	0.328	2.130	2.290	15.000	6.950	7.320	11.600	8.329	0.396	0.288	0.462		
13	0.444	0.292	2.080	2.080	16.800	8.600	8.030	10.300	8.168	0.363	0.288	0.439		
14	0.444	0.292	1.900	1.980	11.400	8.120	8.450	13.900	4.208	0.439	0.184	0.268		
15	0.400	0.292	1.830	1.830	9.240	8.640	10.100	14.500	4.048	0.482	0.247	0.268		
16	0.400	0.400	1.780	1.860	7.690	8.320	8.880	14.800	3.729	1.860	0.288	0.268		
17	0.364	0.532	1.750	1.980	7.140	4.680	8.450	15.000	3.598	0.862	0.247	0.226		
18	0.340	0.620	1.680	1.760	5.950	4.820	9.240	16.300	4.688	0.569	0.205	0.184		
19	0.400	0.620	1.600	1.600	8.220	4.640	9.490	13.800	1.048	0.626	0.184	0.208		
20	0.364	0.576	1.530	1.750	4.840	3.880	9.690	12.700	3.408	0.482	0.229	0.226		
21	0.328	1.150	1.450	1.600	4.820	4.040	10.100	11.200	3.889	0.289	0.205	0.205		
22	0.320	1.020	1.330	1.860	4.820	8.400	10.600	10.800	3.409	0.247	0.313	0.184		
23	0.328	1.680	1.390	2.130	4.360	6.000	10.300	9.870	3.078	0.205	0.288	0.226		
24	0.328	1.600	1.330	1.980	4.360	4.840	10.100	9.490	2.629	0.205	0.288	0.247		
25	0.328	1.600	1.270	2.590	4.040	5.190	9.670	9.690	2.748	0.184	0.288	0.226		
26	0.400	1.530	1.270	3.430	3.720	5.960	9.690	9.690	2.218	0.183	0.288	0.226		
27	0.576	1.680	1.210	6.860	3.660	5.640	8.450	9.630	1.738	0.142	0.288	0.184		
28	0.532	2.000	1.210	9.360	3.400	6.480	9.240	8.820	1.458	0.183	0.313	0.183		
29	0.488	1.900	1.150	5.880	---	5.960	9.030	8.820	1.238	0.183	0.288	0.183		
30	0.444	2.740	1.330	5.880	---	7.890	8.400	8.400	1.238	0.184	0.288	0.205		
31	0.532	---	1.210	6.360	---	6.480	---	8.820	---	0.183	0.313	---		
Ort.	0.463	0.822	1.817	3.258	7.962	6.024	8.728	10.788	4.598	0.527	0.248	0.270		
Milim3	1.239	2.130	4.896	8.720	19.262	16.135	22.622	28.840	11.918	1.413	0.683	0.689		
2009 Su Yılı Toplam Akım (hm ³)				118.513										

4.3 Proje Yeri Debilerinin Alan Oranı ile Bulunması

Proje yerinde akım gözlemi yapılmadığı durumlarda ise benzeşim metodu kullanılarak benzer havza özelliklerine (Yağış-akış-jeoloji-jeomorfolojik) sahip komşu havzadaki veya aynı akarsu üzerindeki AGİ'nin değerleri alan oranı ile taşınarak su potansiyeli hesaplanmaktadır.

$$Q_{\text{proje}} = (A_{\text{proje}} / A_{\text{ist}}) * Q_{\text{ist}}$$

Q_{proje} : Proj yeri debi veya akımları
 Q_{ist} : İstasyon yeri debi ve akımları
 A_{proje} : Proje yeri yağış alanı
 A_{ist} : İstasyon yeri yağış alanı

Bu durumda; D12A135 nolu AGİ'nin değerleri yağış alanı oranı kullanılarak elde edilen Proje yeri 2009 yılı günlük debileri ve aylık akımları Tablo 6'da verilmiştir.

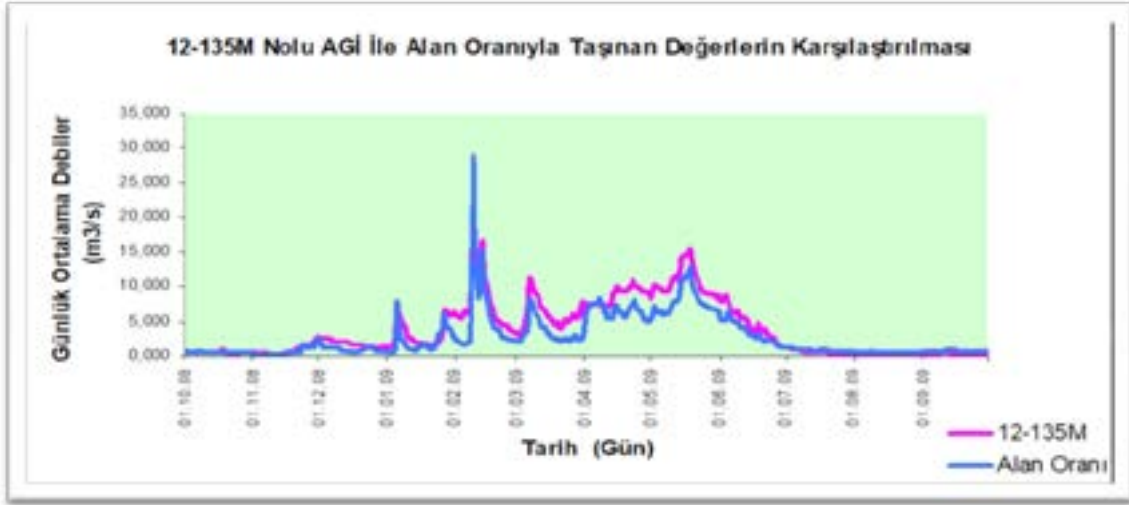
Tablo: 6 D12A135 nolu AGİ debilerinin alan oranıyla proje yerine taşınması

2009 Su Yılı												m ³ /s		
GUNWAY	EKİM	KASIM	ARALIK	OCAK	SUBAT	MART	NISAN	MAYIS	HAZIRAN	TEMMUZ	AĞUSTOS	EYLÜL		
1	0.755	0.281	2.461	0.372	2.272	2.098	6.200	6.999	5.141	1.171	0.512	0.589		
2	0.614	0.281	1.708	0.372	2.051	2.098	6.999	7.195	5.141	1.100	0.472	0.624		
3	0.463	0.281	1.221	0.443	1.874	2.585	7.397	6.487	5.141	1.100	0.472	0.595		
4	0.503	0.281	1.221	0.974	1.697	3.293	7.397	6.177	6.330	1.100	0.488	0.589		
5	0.503	0.281	1.221	7.969	1.519	3.824	7.397	6.487	6.330	1.029	0.472	0.589		
6	0.684	0.281	1.058	3.984	1.874	8.074	7.795	5.967	5.407	0.919	0.472	0.595		
7	0.614	0.281	1.058	2.479	2.051	8.074	8.504	6.177	4.787	0.879	0.485	0.589		
8	0.755	0.281	1.058	1.615	15.996	6.923	7.795	6.177	4.787	0.850	0.610	0.589		
9	0.463	0.281	1.058	1.284	28.835	5.995	6.290	6.487	4.787	0.819	0.539	0.595		
10	0.434	0.281	0.974	1.107	12.897	5.595	6.999	7.195	4.255	0.819	0.488	0.705		
11	0.414	0.281	0.770	0.850	8.382	4.975	5.360	7.992	3.901	0.819	0.460	0.700		
12	0.463	0.281	0.690	0.850	12.455	4.090	5.360	7.992	4.255	0.790	0.488	0.905		
13	0.463	0.281	0.619	0.726	15.111	4.090	5.670	8.700	3.459	0.790	0.460	0.905		
14	0.434	0.281	0.610	0.726	0.708	3.470	6.999	10.560	3.237	0.790	0.460	0.905		
15	0.434	0.281	0.619	1.107	7.673	3.293	7.397	11.445	3.016	0.790	0.460	0.843		
16	0.463	0.281	0.549	1.284	5.858	2.806	6.644	11.002	2.790	1.029	0.472	0.790		
17	0.463	0.350	0.549	1.615	4.928	2.585	5.980	12.153	2.529	0.879	0.460	0.705		
18	0.463	0.602	0.690	1.461	4.309	2.319	5.670	12.773	3.237	0.790	0.453	0.705		
19	0.503	0.532	0.690	1.284	4.043	2.585	5.670	10.560	3.016	0.819	0.472	0.674		
20	0.463	0.461	0.690	0.974	3.777	2.319	6.290	9.574	2.175	0.764	0.460	0.674		
21	0.434	0.779	0.974	0.974	2.980	2.098	7.397	8.700	2.175	0.764	0.460	0.674		
22	0.434	0.532	1.058	1.107	2.759	2.585	7.795	7.992	2.352	0.764	0.460	0.674		
23	0.434	1.621	1.058	1.992	2.538	2.585	8.150	7.593	2.352	0.764	0.472	0.674		
24	0.414	1.266	1.058	3.188	2.538	2.098	6.999	7.593	2.175	0.764	0.460	0.745		
25	0.434	1.134	1.221	3.365	2.272	2.098	6.644	7.195	2.175	0.764	0.460	0.674		
26	0.463	1.134	0.779	6.110	2.272	2.806	6.290	7.195	1.820	0.764	0.460	0.674		
27	0.554	1.621	0.779	5.490	2.272	3.027	5.670	6.841	1.511	0.764	0.460	0.674		
28	0.463	1.975	0.779	4.250	2.051	2.585	5.051	6.841	1.307	0.764	0.460	0.674		
29	0.463	1.266	0.779	3.984		2.319	4.785	6.841	1.263	0.766	0.453	0.674		
30	0.434	2.273	0.779	3.188		2.585	5.360	6.487	1.166	0.766	0.460	0.674		
31	0.434		0.619	2.701		4.090		6.487		0.750	0.453			
Ort	0.495	0.671	0.958	2.201	5.967	3.544	6.602	7.959	3.402	0.853	0.475	0.692		
Min	1.320	1.740	2.565	5.895	14.430	9.493	17.111	21.317	8.816	2.264	1.271	1.794		
2009 Su Yılı Toplam Akım (hm ³)												88.052		

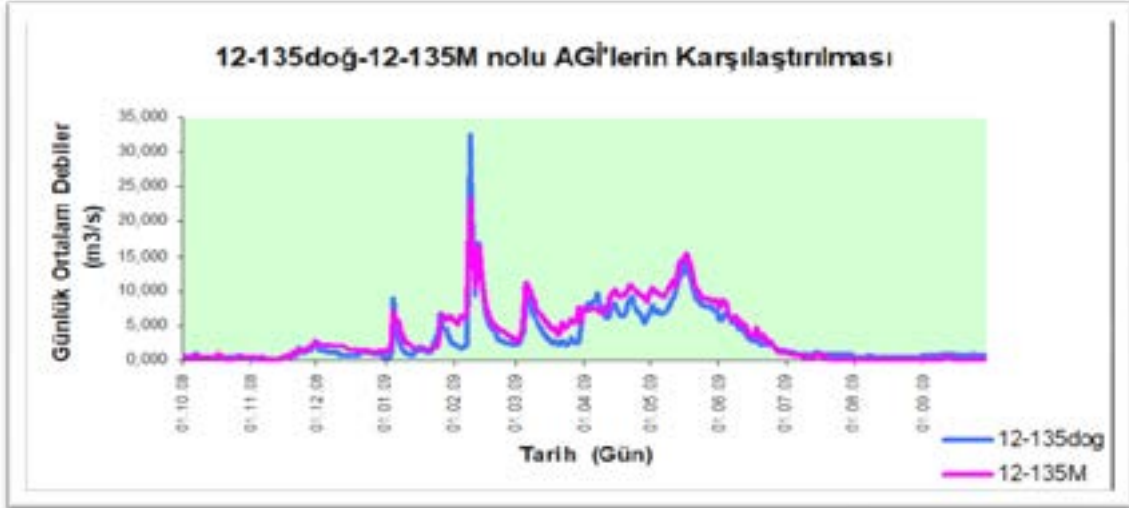
5. Su Potansiyellerinin Mukayesesi

102,8 km²' lik yağış alanına sahip olan Ö12A135 nolu istasyonun gözlenen yıllık akım değerlerinin mansap istasyonu olan D12A135 nolu AGİ'nin gözlenmiş ve doğallaştırılmış (kanallara alınan akımlar ilave edilmiş) 2009 su yılı yıllık akım değerinden %16 daha fazla olduğu gözlenmiştir. Proje yerinin yağış alanları oranıyla elde edilen değerden ise %25 daha fazladır. Oysaki yağış alanları oranına göre membadaki istasyon yıllık akımı mansaptaki istasyonun yıllık akımından (Amemba/Amansap = 102,8 km²/116.1 km²) 0,885 oranında yani %11 daha düşük olması gerekirdi.

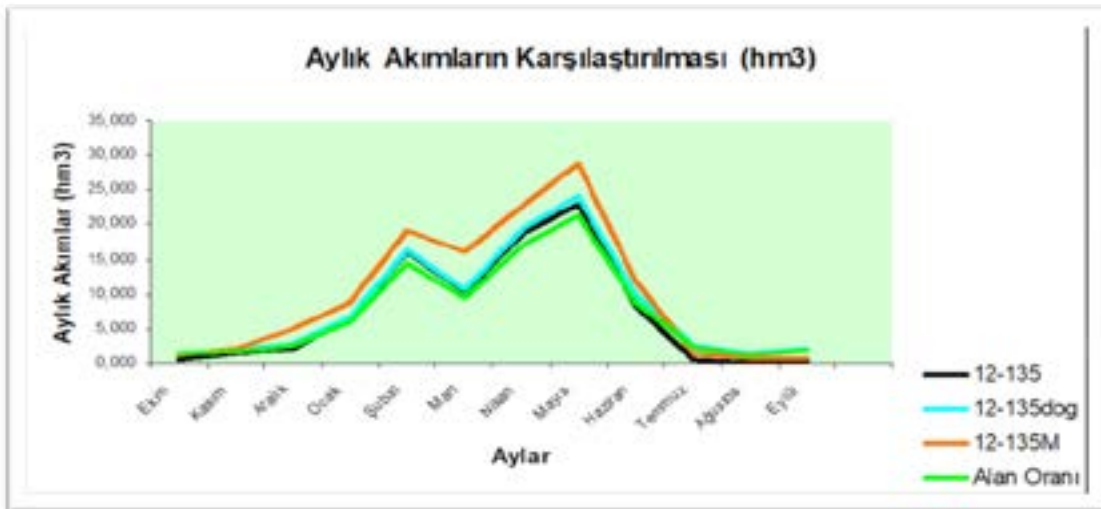
Alan oranıyla taşınan proje yeri değerleri ve proje yeri istasyon günlük ortalama debilerinin karşılaştırılması grafiksel olarak Grafik 1'de, D12A135 nolu AGİ'nin doğallaştırılmış hali ile Ö12A135 nolu AGİ'nin günlük ortalama debilerinin karşılaştırma grafiği Grafik 2'de ve D12A135 nolu AGİ'nin istasyon aylık akımları, doğallaştırılmış aylık akımları, Ö12A135 nolu AGİ'nin (proje yeri) aylık akımları ve proje yerine alan oranıyla taşınan aylık akımların grafiksel karşılaştırması ise Grafik 3'te verilmiştir.



Grafik 1



Grafik 2



Grafik 3

6. Sonuç

1-Geliştirilmekte olan HES projesinin yaklaşık 3,5 km mansabındaki AGİ'nin değerleri kullanılarak alan oranıyla hesaplanan su potansiyelini kontrol etmek amacıyla proje yerinde kurulan AGİ'de yapılan ölçümler sonucunda, alan oranı ile elde edilen değerleri doğrulamadığı gözlenmiştir. Suyun fazla olması daha fazla enerji, daha fazla sulama ve içme suyu demektir. Diğer bir ifade ile hatalı projelendirme sebebi ile ülke ekonomisine daha az enerji katkısı olacak demektir. Bu da milli servetin heba olmasına sebeptir.

2-Tersi bir durumda, yani memba istasyonu mansap istasyonundan alan oranına göre daha az miktarda su tespit edilebilir. Amaç, membada daha çok veya daha az su elde edilmesinden ziyade gerçek miktarın elde edilmesidir.

3-Sonuçta; her iki durumda da, proje çalışmalarında alan oranında (Benzer havza yöntemi) akım hesaplanması kullanılması sonucu özellikle son yıllarda özel firmalar tarafından geliştirilen HES projeleri düşünüldüğünde ekonomik kayıpların göz ardı edilemeyecek miktarda olacağı bir gerçektir.

4-Bu kayıpların önüne geçebilmek için; akarsularımız üstünde yapılan su yapılarının sağlıklı projelendirilebilmesi için özellikle depolamalı tesisler (baraj, gölet) başta olmak üzere kanal santralleri için de proje kesitinde mutlak surette AGİ kurulup akım gözlemleri yapılması gerekir.

7. Kaynaklar

1. DSİ Akım Gözlem Yıllıkları (DSİ)
2. Özel Firma Akım Gözlem Verileri



Meteoroloji Mühendisleri Odası



Meteoroloji Mühendisleri Odası



Dr. Murat DURAK
Meteoroloji Mühendisi
Enerji Komisyonu Üyesi

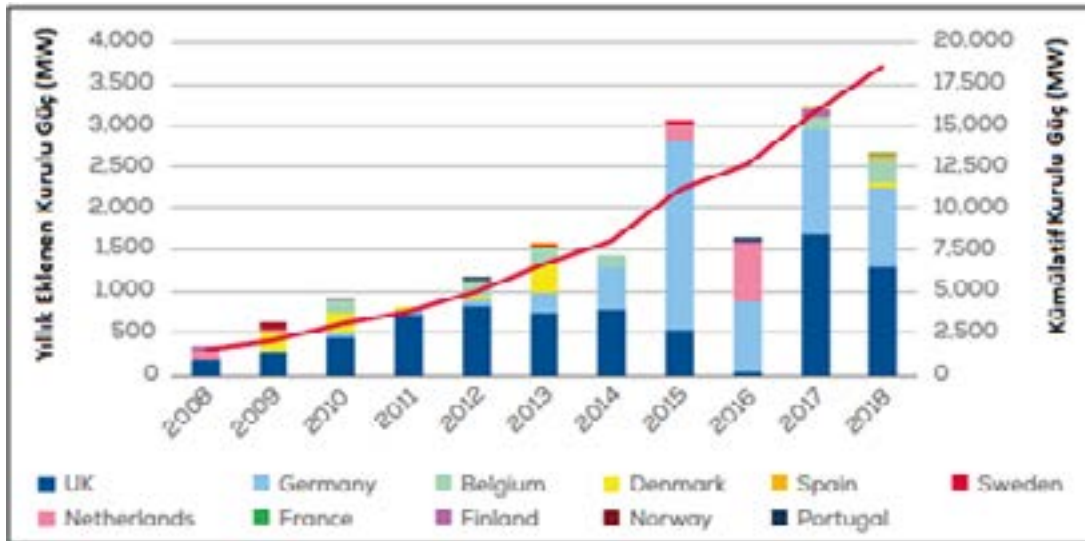
DENİZÜSTÜ RÜZGAR ELEKTRİK SANTRAL (DRES) PROJELERİ İÇİN RÜZGAR ÖLÇÜMLERİ

ÖZET

Dünyada denizüstü (offshore) rüzgar elektrik santralleri yapılmaktadır. Ülkemizde de son yıllarda konu ile ilgili olarak kamusal çalışmalar başlamıştır. Ülkemizde karaüstü rüzgar ölçümleri yapılmakta olup denizüstü rüzgar ölçümleri henüz bulunmamaktadır. Denizüstü rüzgar ölçümleri, genellikle 150 metre yüksekliğe kadar yapılabilmektedir. Denizüstü RT'lerin boylarının karaüstünde kullanılanlara oranla daha uzun olması sebebi ile bu yüksekliklere çıkılabilmektedir. Denizüstü rüzgar ölçümleri karaüstü rüzgar ölçümlerinden bazı farklılıklar göstermektedir. Bu çalışmada denizüstü RES kurulum amaçlı rüzgar ölçümleri detaylı olarak anlatılacaktır.

1.GİRİŞ

1980'lerde yaşanan büyük endüstriyel ve teknolojik gelişmelere bağlı olarak özellikle Almanya ve Danimarka gibi ülkelerin öncülüğünde rüzgar türbinleri gün geçtikçe gelişerek günümüze gelmiştir [1]. Denizüstü rüzgar elektrik santralleri (DRES) 1991'de, Danimarka Vindeby'de, Bonus marka 11 adet 450 kW'lık türbinler ile kurulan, 4.95 MW gücündeki proje ile başlamıştır. 2018 yılı sonu itibarı ile ise, 11 Avrupa ülkesinde 18499 MW kurulu güce ulaşmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Avrupa ülkeleri DRES kurulu gücü [2].

Avrupa ülkeleri içerisinde İngiltere ve Almanya DRES konusunda başı çeken ülkeler olarak öne

çıkılmaktadır. Tablo 1 ile de ülkelere göre DRES projelerinin detayları verilmiştir.

Tablo 1. Avrupa ülkeleri DRES durumu.

Ülke	DRES Sayısı	Toplam Kurulu Güç (MW)	DRT Sayısı
İngiltere	39	8183	1975
Almanya	25	6380	1305
Danimarka	14	1329	514
Belçika	7	1186	274
Hollanda	6	1118	365
İsveç	4	192	79
Finekiya	3	71	19
İrlanda	1	25	7
İspanya	2	10	2
Fransa	2	2	2
Norveç	1	2	1
Toplam	105	18499	4543

2. DRES Proje Sahası Bulunması

Denizüstü RES'ler son 10 yılda özellikle Avrupa ülkelerinde yapılmıştır. Kara (onshore) RES ile denizüstü (offshore) DRES arasındaki en önemli farkları anlamak gerekmektedir. Bu farklar:

- Denizüstünde daha kararlı ve yüksek rüzgar hızlarının bulunması sebebiyle daha fazla enerji üretimi,
- Denizüstü RES'lerde montaj ve inşaat işlerinin daha yüksek meblağlara yapılması,
- Ulaşım nedeni ile bakım masraflarının daha yüksek olması,
- Denizüstü RES projelerinde finansman olanaklarının zorluğu,
- Denizüstü RES'lerin işletmesinin karaüstü RES'lerden daha zor olması sayılabilir.

Herhangi bir yerde denizüstü RES yapılabilmesi için bazı hususlar dikkate alınmalıdır. Özellikle kıyıdan uzaklık ve deniz derinliği DRES fizibilitesi açısından bakılan en önemli hususları oluşturmaktadır. Diğer önemli hususlar ise aşağıda görülmektedir [3]:

- Rüzgar potansiyeli,
- Bölgenin oşinografik yapısı,
- Doğal koruma,

- Elektrik iletimi ve karadaki enterkonnekte sisteme bağlantı koşulları,
- Denizüstü ve altı doğal koruma alanları ve canlılar
- Balıkçılık ve deniz trafiği,
- Boru hatları ve kablolar,
- Askeri kullanım,
- Ülkemize özel kıta sahanlığı hususu.

Yukarıda sayılan hususlardan dolayı DRES saha bulunması karaüstü RES projeleri gibi değildir ve devletin müdahil olacağı bir süreç işlemektedir. DRES rüzgar ölçümlerinin maliyeti çok yüksektir. Ülkemizde DRES projesi henüz uygulanmamıştır. Bu yüzden denizüstü herhangi bir ölçüm de bulunmamaktadır. Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nün Denizcilik Meteorolojisi birimi, European Centre for Medium-Range Weather Forecasts verilerini kullanarak matematiksel modelleme ile denizüstünde tahminler yapmaktadır. Ancak bu modelleme ile DRES projesi için gereken hassasiyette tahmin yapılması mümkün değildir. Bu nedenle, santral kurulacak alanın özelliğine istinaden, bir denizüstü ölçüm istasyonu kurulması gerekmektedir. Denizüstü meteorolojik ölçüm istasyonu, DRES için gerekli olan rüzgâr hızı, rüzgâr yönü, yoğunluk, basınç, sıcaklık gibi ana bileşenlerin yanında denizaltı ekolojisi, oşinografi gibi bilimsel çalışmalara veri toplamak için çok önemlidir.

3. Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sensörleri

Denizüstünde rüzgâr hızları karaya göre çok daha kuvvetli olduğundan ve dalga, denizaltı su akıntıları gibi nedenlerle rüzgâr ölçüm sistemlerindeki yorulma (fatigue) karasal ölçüm sistemlerine göre çok fazladır. Denizüstünde kullanılan meteorolojik sensörler, karaüstünde kullanılanlardan bazı farklılıklar gösterir [4]. Bu farklılıklar aşağıda belirtilmiştir:

- Isıtmalı sensör kullanımı
- Sonik sensörler kullanımı
- Korozyona, nem ve deniz tuzuna karşı daha dayanıklı

sensörler olması gerekmektedir. Bu amaçla World Meteorological Organization sınıflandırmasına göre Secondary Standard meteorolojik sensörler kullanılmaktadır.

4. Denizüstü Rüzgâr Ölçümü

Denizüstü rüzgâr ölçümleri, genellikle 100-150 metre yüksekliğe kadar yapılabilmektedir. Denizüstü RT'lerin boylarının karaüstünde kullanılanlara oranla daha uzun olması sebebi ile bu yüksekliklere çıkılabilmektedir. Konu ile ilgili en güzel çalışma 2003 yılında Kuzey Denizi ve Baltık Denizinde yapılan FINO (Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee) denizüstü meteorolojik ölçümleri örnek verilecektir. 3 adet (FINO1, FINO2 ve FINO3) denizüstü ölçümleri yapılmıştır. Aşağıdaki tabloda bu ölçüm sistemlerine ait genel bilgiler görülmektedir. Bu projelerin amacı sadece denizüstü rüzgâr ölçümleri değil; aynı zamanda da denizüstü ekosisteminin öğrenilmesidir. Bunlara ek olarak civar biyolojik yapısı da incelenmiştir.

Tablo 2. FINO denizüstü ölçüm sistemleri genel özellikler.

Sistem Adı	Montaj Yılı	Direk Geometrisi	Yükseklik (m)	DenizDerinliği (m)	Kıyıya Uzaklık (km)	Platform Boyutu
FINO 1 KuzeyDenizi	2003	Kare	101	28	45	16 x 16 m
FINO 2 BaltıkDenizi	2007	Kare	101	24	31	12 x 12 m
FINO 3 KuzeyDenizi	2009	Üçgen	120	23	80	13 x 13 m

Aşağıdaki şekilde üç denizüstü meteorolojik istasyonun konumu görülmektedir.



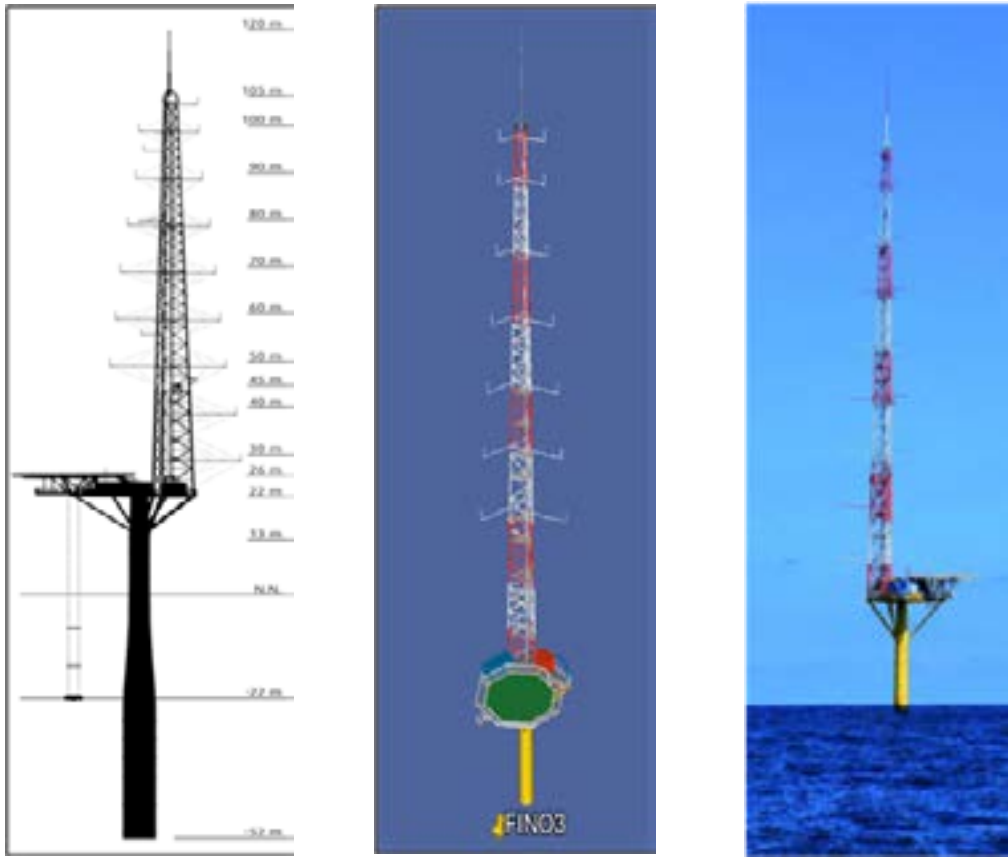
Şekil 2. FINO denizüstü meteorolojik sistemleri.

Bunlar arasında FINO 3 denizüstü meteorolojik sistemi anlatılacaktır.

4.1.FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm Sistemi

Almanya'nın Schleswig-Holstein eyaletinde FuE-Zentrum FH Kiel GmbH tarafından 2005 yılı sonunda başlatılan "Competence Center Offshore Wind Energy Utilization - North Sea Development Platform for Technology and Nature Conservation (FINO3-NEPTUN)" projesi kapsamında FINO 3 Denizüstü Meteoroloji Ölçüm

Sistemi çalışmalarına başlanmıştır. Bu çalışma, Schleswig-Holstein Ekonomi Bakanlığı, Avrupa Birliği, European Fund for Regional Development (ERDF) ve Almanya Çevre Bakanlığı tarafından fonlanarak bitirilmiştir. 2006 yılında planlama başlanarak 2008 Mart ayında inşaatına başlanmıştır ve Ağustos 2009 tarihinde de işletmeye alınmıştır [5].FINO 3 projesi denizüstü ölçümlerin yanında; bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere de ciddi veri toplamaktadır.



Şekil 3. FINO 3 denizüstü meteoroloji ölçüm istasyonu.

FINO3, kuzey denizinde ve kıyından 80 km uzaklıkta montajı yapılmıştır. Sistemin güverte yüksekliği 22 metre olup, ölçüm sistemi 105 m dir. Ölçüm sisteminin toplam uzunluğu ise 172 m dir. Yan kol uzunlukları 3.1 – 8.8 m arasında değişmektedir güç tedarigi 3 adet jeneratör ile sağlanmakta olup haberleşme uydusu yoluyla yapılmaktadır. Helikopter alanı 5.3 ton olup; sistemin toplam ağırlığı 600 tondur. Bütün

malzeme birbirine kaynak ile bağlanmıştır. Deniz seviyesinin üzerindeki platform, deniz dalga ve akıntılarında etkilenmeyecek şekilde tasarlanmıştır. Platformun üzerinde 3 adet konteyner bulunmaktadır. Birinci konteyner dinlenme, ikinci konteyner acil durum barınağını, üçüncü konteyner dizel jeneratör setini ve dördüncü konteyner de, akü teçhizatlarını taşımaktadır.

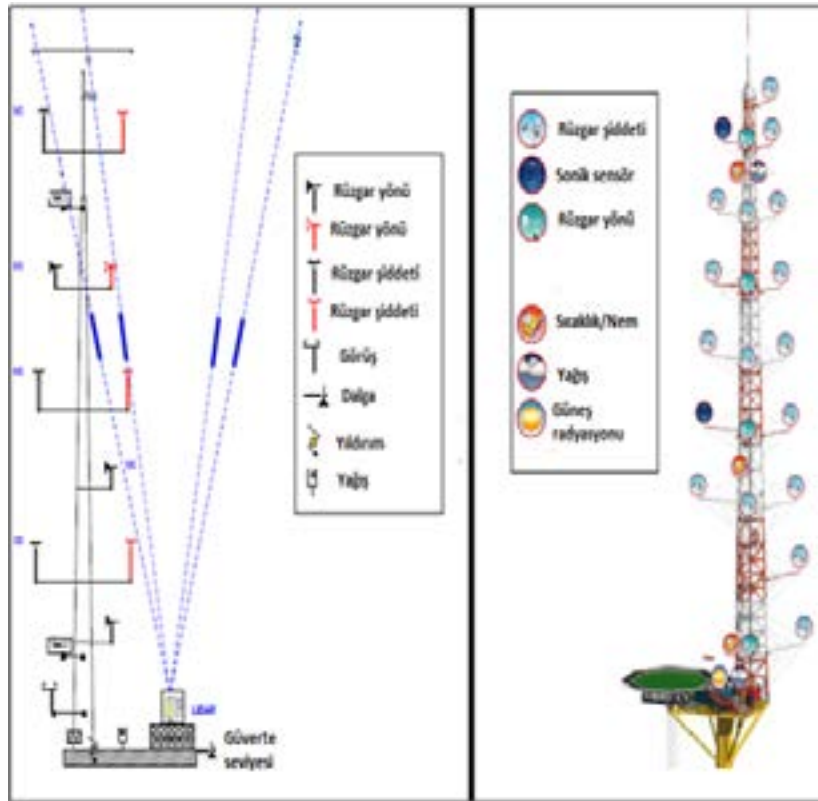
4.2 Ölçümü Yapılan Parametreler

FINO 3 projesi kapsamında aşağıdaki ölçümler yapılmaktadır:

- Rüzgar ve meteorolojik değişken ölçümleri,
- Hidrografik (oşinografik) ölçümler,
- Deniz ekosistem değişken ölçümleri.

Deniz ekosistemi (maritime environment) ölçümleri ise, deniz seviyesi, akıntılar, dalgalar, gel git gibi parametreleri içermektedir. Buradaki ana amaç, yük ve stabilite ile ilgili verileri

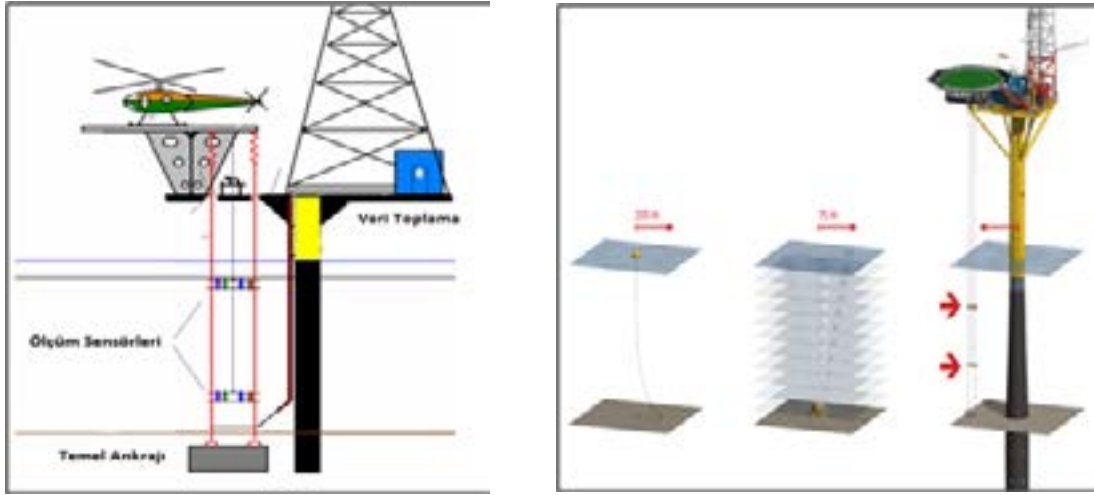
toplamaktadır. Yapı üzerine etkiyen bu yüklerin nedeni de akıntı ve dalga oluşumlarıdır. Bu amaçla deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk ve oksijen değişimi sürekli ölçülmektedir. Rüzgar şiddeti ölçümleri, 30. metreden başlayarak, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 ve 110 metreler olmak üzere 9 farklı seviyede yapılmaktadır; 40 ve 100 m de ultrasonik anemometreler de bulunmaktadır. Yön ölçümleri de 30 m den başlayarak 50, 70 ve 100. metreler olmak üzere toplam 4 farklı yükseklikten alınmaktadır. Bunların yanında, sıcaklık, nem ve basınç 30, 50 ve 100 m; yağış ölçümü 30 m ve global radyasyon ölçümü de 30 m de yapılmaktadır.



Şekil 4. FINO 3 Denizüstü meteoroloji ölçüm sistemi sensörler.

Denizüstü rüzgar ölçümü, karaüstü rüzgar ölçümünden daha detaylı ve pahalıdır. Karaüstü rüzgar ölçüm istasyonunda sadece meteorolojik parametreler ölçülmekte iken; denizüstünde bazı yapısal, deniz ve ekolojik ölçümler de eklenmektedir. Oşinografik ölçümler kapsamında

dalga yüksekliği, denizdeki oksijen miktarı, deniz suyu sıcaklığı, basınç ve iletkenlik değerleri de ölçülmektedir. Şekil ile verilen sistem ile denizüstü meteoroloji istasyonundan 200 m civarına ve 13 farklı tabakada ölçümler yapılmaktadır.



Şekil 5. FINO 3 oşinografik ölçümler.

Ölçüm sisteminin inşaatı yaklaşık 1.5 yıl sürmüştür. 10 yıldır ölçümler alınmakta

olunup 2002 yılında ölçümlerin sonlandırılması planlanmaktadır. FINO 3 inşaat aşamalarına ait fotoğraflar aşağıda verilmiştir.



Şekil 6. FINO 3 inşaatına ait fotolar.

5. FINO 3 Ölçüm Sonuçları

Aşağıdaki Tablo ile FINO 3 denizüstü ölçüm

sistemine ait özet bilgiler görülmektedir. 40 m de 9.2 m/s; 106 m de ise 9.6 m/s rüzgar hızı ölçülmüştür.

Tablo 3. FINO 3 ölçüm özet sonuçlar.

DeğişkenAdı	Değeri
Rüzgarhızı (40 m)	9.2
Rüzgarhızı (106 m)	9.6
Hakim RüzgarYönü	352 (Kuzey)
Sıcaklık	5.8
Basınç	1023 hPa

6. SONUÇ

Avrupa, karasal bölgelerin büyük bölümüne RES'ler kurulmuş olduğundan dolayı denizüstü alanlara yönelmiştir. Önümüzdeki yıllarda kurulum maliyeti yüksek olan DRES projelerinin ülkemizde de tekrar gündeme gelmesi beklenmektedir. Her ne kadar denizüstü ve karaüstü RES aralarındaki 2-3 katı yatırım maliyeti farkı olsa da; önümüzdeki yıllarda maliyetin düşeceği öngörülmektedir. Üç tarafı denizlerle çevrili ülkemizde DRES projeleri gelecekte yapılacaktır. ETKB'nin yapacağı ihale öncesinde belirlediği sahalarda öncelikle meteorolojik ölçümlere başlanmalıdır. Bu ölçümlerle hem yatırım için hem de bilimsel amaçlı projeler için oldukça önemli veri toplanacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Durak, M. ve Özer, S.,(2008). Rüzgar Enerjisi: Teori ve Uygulama, Ankara.
- [2] Offshore Wind in Europe. (2019). Key Trends and Statistics. Wind Europe, Brussels.
- [3] Köroğlu, M.Ö., Ülgen, K., (2018).Denizüstü Rüzgar Enerji Santralleri: Çanakkale Örneği. Güç Sistemleri Konferansı, 15-16 Kasım, Ankara.
- [4] Guide to Marine Meteorological Services, (2001). World Meteorology Organization, 3rd Edition. Geneva.
- [5] Stein, D., 2012. OffshoreWind Measurements, GL Garrad Hassan, Gdansk.
- [6] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2018. Rüzgar Enerjisine Dayalı Denizüstü Yenilenebilir Enerji Kaynak Alanları ve Bağlantı Kapasitelerinin Tahsisine İlişkin Yarışma İlanı, 21 Haziran 2018 Tarihli Resmi Gazete.



Ahmet KÖSE

Meteoroloji Yüksek Mühendisi
Koordinasyon Kurulu Üyesi

HAVA TAHMİNİ VE ÖNEMİ



Barış ÖZGÜN

Meteoroloji Mühendisi
Koordinasyon Kurulu Üyesi

Giriş

Hava tahmini meteorolojinin kalbinde yer alır, Meteoroloji Mühendisleri, milyonlarca insanın yaşamını etkileyen hava olaylarını doğru tahmin etmeye ve açıklamaya çalışırlar. Teknolojinin gelişimiyle birlikte, hayatımıza giren süper bilgisayarlar, meteorolojik uydu ve radarlar, otomatik meteoroloji gözlem istasyonları ile verilerin anlık takip edilebilmesinin de etkisiyle Meteorolojistler hava tahmini alanında yaptığı çalışmalarda özellikle son 30 yılda önemli ilerlemeler kaydettiler. Okyanuslar ve atmosfer arasındaki ilişkiler ile hava kütleleri oluşum sahalarına ait yeni bilgiler, bölgesel modellerin ve aylık tahminlerin daha yüksek tutarlılıkla yapılabilmesi mümkündür.

1. Meteoroloji Nedir?

Meteoroloji; kısaca atmosfer bilimidir. Yunanca "meteoron" kelimesinden adını almıştır ve gökyüzünde olan olaylar anlamına gelmektedir. Milattan önce 650'li yıllarda Babil'lilerin bulut ve optik ile ilgili tahmin çalışmaları, Çinli astronomların değişik hava tiplerine göre festival belirlemeleri ile devam etmiştir. Aristo "meteorologica" adlı eserini M.Ö. 340 yılında yazmıştır. Aristo'nun yağmur, dolu fırtınası ve bazı hava parametrelerine ait görüşlerinin bir kısmı doğru, çoğu ise yanlıştır. (MGM)

1.1. Meteorolojinin Gelişimi

Yüzyıllarca sonra, modern bilimin ilk yıllarında, bilim adamı olarak bilinen doğa filozofları, doğayı

gerçekten anlamının yalnızca spekülasyon ve mantıksal tartışmalarla olamayacağını fark etmişlerdir. Dünyadaki olayları anlamak için, bunları ölçmek, kaydetmek ve analiz etmek gerekir. Ancak, hava parametrelerinden rüzgar yönü ve yağış miktarını ölçebilmek bile uzun zaman almıştır. Termometrenin icadı M.S. 1600'lü yıllarda, atmosfer basıncını ölçen barometrenin keşfi ise bundan birkaç yıl sonra olmuştur. Sonraki 200 yılda, nem, rüzgâr hızı ve atmosferdeki diğer önemli parametreleri ölçmek için meteorolojik aletler geliştirilmiştir. Bilim adamları bu sistemleri kullanarak iklim olarak bilinen uzun dönemli değişimleri kaydetmişlerdir. Bununla birlikte, fırtına, hortum, tornado ve diğer atmosferik olayların günden güne değişen davranışlarını anlamaya çalışmışlardır. 1800'lü yılların ortalarında meteorolojistler, geniş alanları etkileyen hava sistemlerinin (gelişimi, değişimi ile birlikte bunların yeryüzeyindeki hareketleri sonucunda) bulutları, rüzgârları ve yağışı oluşturduğunun farkına varmaya başladılar. Bununla birlikte elde edilen bu bilgilerin dağıtımı, hava sistemlerinden daha yavaş olduğu için kullanışlı olmamıştır. Daha sonra icat edilentelgraf sayesinde, hazırlanan raporlar başka merkezlere gönderilmeye başlandı. Amerika ve Avrupa üzerine gelecek hava olayları ve fırtınalar, hareketlerin doğuya olacağı esası ile tahmin edilmeye başlandı. 1900'lü yılların başlarında Norveçli bir grup bilim adamı atmosferik hareketleri temel fizik kurallarına uygulama çalışmasına başladılar. Onlar, kütleli olarak hareket eden büyük soğuk ve sıcak hava kütlelerinin karşılaşmasını cephe olarak tanımladılar. Bu durum modern hava tahminlerinin başlangıcıdır (S., Çelik ve diğ., 2010).

2. Geçmişten Günümüze Hava Tahmini

1940'lı yılların başlarında, ikinci Dünya Savaşı meteorolojiye büyük ilerlemeler getirdi. Geniş ölçekli kara ve deniz alanlarındaki hava hareketleri, Kuzey Atlantik ve Güneydoğu Pasifik üzerindeki geniş alanlar hava durumuna olan bağımlılığı arttırdı. Üniversitelerin meteoroloji bölümleri hızla askeri servislerde yetiştirdikleri genç elemanları "hava tahmin uzmanı" olarak gönderdiler. Askerler aynı zamanda hava ve iklim konusundaki bilimsel araştırmalara destek sağladılar. Radar gibi önemli meteorolojik sistemlerin teknolojik gelişimi savaş zamanında sağlandı. İkinci Dünya Savaşından bu yana, meteorolojistler atmosfer ve gözlem konularında birçok yeni teknik ve alet geliştirdiler. Ayrıca sayısal hava tahmin modellerini geliştirerek, atmosferik işlemleri süper bilgisayarlar da çalıştırarak atmosferin genel sirkülasyonunu ve davranışlarını analiz ederek her ölçekte yağış bilgilerini elde ettiler.

2.1. Atalarımızın Hava Tahmini

Ülkemiz başta olmak üzere, dünyanın birçok noktasında tarım, hayvan, balıkçılık gibi işlerle uğraşanlar bilimsel olarak meteoroloji gelişmeden önce, tecrübeye dayalı olarak hava tahmini yapılmaktaydı. Bu tahminlerin büyük çoğunluğunun da bugünkü bilimsel biçimde yapılan tahminler kadar doğru sonuçlar verdiği olmuştur. Halk, yaşantısını, ekimini, dikimini, hasatını bu tahminlere göre yürütmüş iklim şartlarının verdiği olumsuz sonuçlardan azami derecede etkilenmemeye çalışmışlardır. Bu tahminlerin çoğu, havanın değişimine, bulutların durumuna, rüzgârın esme yönüne, yıldızların sıklık ve seyrekliğine, hayvanların davranışlarına vb. durumlara göre yapılmıştır. Kitle iletişim araçlarının en ücra yerlere kadar ulaşması sonucu, bu tahmin raporları artık unutulmaya yüz tutmuştur. Ancak, yaşlı insanlar bu alışkanlıklarını devam ettirmektedirler. Atalarımız önemli gün ve fırtınalara isimler takarak (Mart dokuzu, Kocakarı soğukları, Cemreler vb.) bu geleneğin günümüze kadar gelmesini sağlamışlardır. Bu gelenek sadece bizim ülkemizde değil dünyanın birçok noktasında benzer şekilde oluşmuştur.

2.2. Modern ve Bilimsel Metotlar Işığında Hava Tahmini

Hava tahminleri; dünya üzerindeki birçok ülkedeki milli meteoroloji merkezinin ve milyonlarca meteorolojistin emeğinin ve çalışmasının ürünüdür. Günde altı kez 10.000'e yakın istasyondan yer rasat bilgileri ve denizlerden milyonlarca deniz rasadı toplanmaktadır. Yaklaşık 1000 istasyonda rawinsonde rasadı ile yüksek atmosfer gözlemleri yapılmaktadır. Atmosferde neler olduğunu anlamak için ayrıca radar, uçak ve uydulardan bilgiler alınmaktadır. Bu bilgiler Amerika, Rusya ve Avustralya'da bulunan Dünya Hava Merkezlerine ulaştırılmaktadır ve farklı merkezlerde bulunan süper bilgisayarlar da işlenerek küresel analiz ve tahmin ürünleri ortaya çıkmaktadır. Aynı zamanda bu bilgiler Milli Meteoroloji merkezlerine ulaşarak oradaki tahminciler tarafından bölgesel ölçekten, noktasal ölçüğe kadar tahminler yapılmaktadır.

Meteorolojistler aynı zamanda hazırladıkları milli ve bölgesel tahminleri, basında bulunan meteorolojistler vasıtasıyla radyo ve televizyonlarda yayınlamaktadırlar. Ayrıca küçük ölçekli ve ayrıntılı tahminler (belediyelerin kar, tuzlama vb.) ile özel tahminler de hazırlanmaktadır. Meteorolojistler; bazı tarımsal ürünler, fiyatlar ve bunları etkileyen hava şartları ile ilgili de çalışmaktadırlar. Atletizm, futbol ve golf turnuvaları gibi spor müsabakaları için de hava tahminleri yine bu ekipler tarafından yapılmaktadır. Gaz ve elektrik şirketlerin üretim, iletim ve planlamaları için soğuk ve sıcak havalarla ilgili bilgiler enerji alanında üretilen meteorolojik bilgilerin bir kısmını oluşturmaktadır. Hava tahminleri ve uyarıları Meteoroloji Teşkilatları tarafından sağlanan en önemli hizmetlerdir. Tahminler; devlet ve endüstri kesimi tarafından can ve mal kaybını korumak ve operasyonların etkinliğini artırmak için, bireyler tarafından ise günlük aktivitelerini geniş ölçekte planlamak için kullanılmaktadır (WMO/2005).

2.3. Hava Tahmin Metotları

Bugünkü hava tahmin metotları geniş bir sahada değişir. Bir taraftan dinamik ve istatistiksel metotlar kullanılır ki bunlar çok karışıktır ve yüksek kapasiteli bilgisayarlar kullanılmalıdır. Diğer taraftan tecrübeyi bilgisayar çıktısına ilave etmek pratikte önemli bir rol oynamaktadır.

2.3.1. Fizik Eşitliğine Dayalı Tahminler :

Hâlihazır durum tam olarak biliniyor ve değişme oranı arasında dinamik bir ilişki ortaya konulabiliyorsa gelecek durumu tahmin etmek ve hesaplamakta mümkündür. Bu yaklaşım, sayısal hava tahmini olarak ta bilinir ve kullanılır. Bu metotla ortaya çıkan ürünler bütün dünyadaki hava tahminleri için esas teşkil etmektedir.

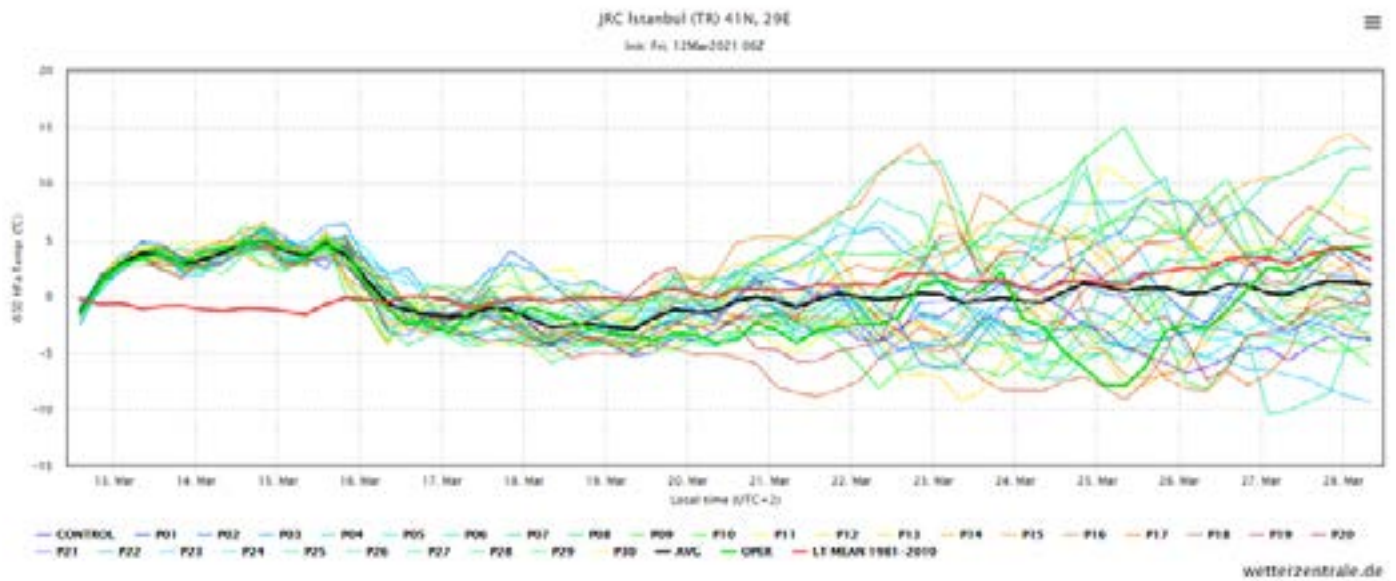
2.3.2. İstatistiklere Dayanan Tahminler : Geçmişteki bilgi ve tecrübeler belli olayların davranışı hakkında sonuç verir. Geçmişle geleceğin ilişkilendirilebileceği istatistiksel tarzda bu tecrübeler formüle edilebilir. Yani "dün ve bugün ne oldu" ve "yarın ne olacak" arasındaki bağ, geçmişteki benzer olaylardan istatistiksel olarak elde edilebilir. İstatistiksel olarak elde edilen tahminler bir olasılık ifade ederler. Bu tip bir tahmin aşağıdaki gibi olacaktır: Yarınki en olası yüksek sıcaklık 25°C'dir:

Maksimum sıcaklığın 23°C ile 27°C arasında olma olasılığı %90'dır. Bu tip olasılık tahmini NWP (Sayısal Hava Tahmini) bilgileri kullanılarak yapılır.

2.3.3. Tecrübeler : İç içe girmiş işlemlerle uğraşırken, genelde her olaya değer tahsis etmenin hiç bir yolu yoktur. Bununla beraber geçmiş tecrübelerden ve yerel etkileri hesaba katarak her olaya bir değer tahsis edilebilir. Tecrübelerden elde edilen bilgilerin çoğu tahmincinin kendi formülasyonunda bir araya getirilmelidir.

2.4. Sayısal Hava Tahmini(SHT)

Bugün hava tahminlerin başarısını belirleyen en önemli etken, Sayısal Hava Tahminlerinin (SHT) çalışmasıyla üretilen model çıktılarıdır. Şekil-1'de görüldüğü gibi, model tahminlerinin tutarlılık oranları periyod uzadıkça düşmektedir. Atmosferin modellere tam yansıtılmaması ve sınır değerlerinin belirlenmesindeki küçük hatalar zaman ilerledikçe geometrik bir artışla model sonuçlarına yansımaktadır. Halkın beklentileri ise uzun vadeli tahminlerin yapılmasını istemeleri yönündedir. Milli Meteoroloji Merkezleri bu optimum noktayı yakalamak için daima çaba harcarlar. Ancak her meteorolojik parametrenin zamana bağlı tahmini değişmektedir.



Şekil-1: Sayısal Hava Tahmin Modeli Karşılaştırması

Geçmiş yıllarda tahmin tutarlılığındaki en önemli değişim, 1-5 gün aralığındaki tahminlerde olmuştur. Tahmin tutarlılığının yükseltilmesine en önemli etken faktör fizik kanunlarına dayanan SHT modellerindeki daha fazla gelişmedir ki bu modeller, orta ve yüksek enlemlerde hava değişimini gündün güne etkileyen yüksek ve alçak basınç merkezlerinin oluşumunu ve gelişimini tahmin edebilmektedir. Bu modeller, ilk uygulamaya girdiği çeyrek yüzyılı aşkın zamandan bu yana sürekli gelişmiştir. Bir sayısal tahminde çözümlenen çok fazla sayıdaki hesaplamaların yapılabilmesi için gerekli olan bilgisayarların kapasitelerinin artmasıyla, modeldeki gelişme geniş ölçekte çalışmayı mümkün hale getirmiştir. Diğer faktörlerden biri, model tahminlerinin alan ve doğruluğunun artırılması için istatistiksel geliştirilmesidir. Diğerleri, meteorolojik uydular tarafından sağlanan gelişmiş gözlemsel olanaklardır. Günümüzde uydular, atmosferin küresel ölçekte ve sürekliye yakın bir sıklıkta izlenmesi ve uzaktan algılanması olanağını sağlar. Başlangıç koşullarındaki gelişme, gözlem sayısının artması ve hesaplama tekniklerinin daha iyi kullanımının bir sonucudur.

Hava Tahmini 7 aşamada hazırlanır. Bunlar;

1. Gözlemler
2. Haberleşme
3. Meteorolojik Haritalar/Sayısal Hava Tahmin ürünleri
4. Uydu Görüntüleri / Radarlar
5. Meteorolojist Tecrübesi
6. Raporlama

2.5. Hava Tahminlerinin Alansal ve Zamansal Olarak Sınıflandırılması

Uydu, uçak ve şamandıra sistemlerinin yararlılığının artırılmasıyla küresel gözlem şebekesindeki gelişmeler; Özel alan deneylerinden elde edilen data setlerinin yorumlanması ve diğer teorik yaklaşımlar ile model fiziğinde gelişmeler; Modellerde koşturulan hesaplama prosedürlerinde ve bilgisayarların hız ve bellek kapasitesindeki gelişmeler tahminlerin zamansal ve alansal olarak sınıflandırılmasına olanak vermektedir.

2.5.1. (0-6) saatlik periyot için : Çok kısa tahmin periyotları için "NOWCASTING" denilen tahminler yapılmaktadır. Temel olarak, küçük ölçekte ve kısa sürede meydana gelecek olan; orajlar, tornadolar, taşkınlar gibi genellikle şiddetli olaylarda ve kuvvetli sis, donan yağmur gibi tehlikeli olmayan yerel hava olaylarına odaklanır. Küçük ölçekli hava sistemlerinin matematiksel modellemesi için gelişen olanaklar olmasına rağmen, spesifik olayların tahmininde modellerin pratik olarak uygulanması, atmosferin gerekli detayda gözlenmesi gerekmektedir. Bu tür tahminlerde "Sınırlı Alan Modelleri" olarak adlandırılan bölgesel sayısal hava tahmin ürünleri ile uzaktan algılama sistemleri olan uydu ve radar ürünleri kullanılmaktadır.

2.5.2. (6-12) saatlik periyot için : Mezoölçekli (orta ölçekli) sistemlerin (yatay yönde yaklaşık 1 ila 100 km. uzanan sistemler), Squall hattı, cepheler ve kuvvetli yağış alanları gibi geniş ölçekli olayların davranışları 6-12 saate varan zaman aralığı için tahmin edilebilir. Büyük siklonik fırtınalara bağlı hava değişimleri, bu zaman aralığında iyi tahmin edilebilir.

2.5.3. (12-48) saatlik periyot için : Hava sistemlerinin sıcaklık, yağış, bulutluluk ve hava kalitesi yönünden günlük değişimleri ile gelişme ve hareketlerinin başarılı bir şekilde tahmini bu zaman aralığında yapılabilmektedir. Kuvvetli meteorolojik hadiselerin etki alanları belirlenmekte ve uyarılar verilebilmektedir. Oluşacak kuvvetli hadiselerin etkileri ve muhtemel sonuçları değerlendirilerek izleme ve uyarılar kamuoyu ile paylaşılmaktadır.

2.5.4. (3-5) günlük periyot için : Büyük fırtınalar, sıcak ve soğuk hava dalgaları, büyükölçekli sirkülasyon olayları genellikle 3-5 gün öncesinden tahmin edilebilmektedir. Günlük sıcaklık tahminleri, yağış ve meteorolojik olayların tahminleri ile kuvvetli hadiselerin risk alanları belirlenmektedir. Muhtemel kuvvetli hadiseler için oluşturulan risk alanları izlenmektedir. Sayısal hava tahmin tutarlılığı da bu periyot için oldukça yüksektir denilebilir.

2.5.5. (6-10) günlük periyot için : Bu periyot için sıcaklık ve meteorolojik hadiseler ile genel sinoptik durum ve beklenen büyük hava kütlelerinin hareketlerinin yorumlanması yapılabilmektedir. Meteorolojik hadiselerin kuvvetleri belirlenmekte ve tahmincilerin risk alanlarını izlemesi gerekmektedir. Sıcaklık değerlerinin normallerine göre değişimi analiz edilmektedir.

2.5.6. Uzun Vadeli Tahminler : 10 ila 20 günlük periyodu içeren tahminlerdir. Bu periyotta genel sinoptik analiz üzerinden tahmin bölgesini muhtemel etkileyebilecek hava kütleleri özetlenmekte ve bu hava kütlelerinin mevsim normallerine göre nasıl etkiler ortaya getirebileceği raporlanmaktadır. Sıcaklık, yağış, basınç gibi iklimsel parametreler oluşturulmuş mevsim normallerine göre kıyaslanarak normallerin ne kadar altında veya üzerinde olabileceği yorumlanmaktadır. Bu alandaki sayısal model çıktıları diğer çıktılara göre daha yeni sayılmakta olup güncelleştirme çalışmaları devam etmektedir.

2.5.7. Aylık ve Mevsimsel Tahminler : Ay veya mevsim için ortalama sıcaklıklar ve yağış için normallerine göre beklenen değişimler çalışılmaktadır. Bu tahminler daha çok enerji, tarım ve endüstri gibi alanlarda üretim ve tüketimi planlamada kullanılmaktadır. Oldukça stratejik olan bu alandaki çalışmalar da yeni olmakla birlikte ekonomik karşılığı oldukça fazla olan bir alandır.

3. Sonuç ve Öneriler

Hava tahmini hem bir bilim hem de bir sanattır. İyi bir hava tahmincisi olmak için, bir meteorolojistin; hava desenlerini tanıyabilme, çok değişkenli etkileşimlerin (atmosferin 3 boyutlu görüntüsü gibi) anlamını çözebilme, model ve analiz tablolarını anında yorumlayabilme yeteneği ve hava tahmini hatalarından ders alacak şekilde büyük bir öğrenme isteği olmalıdır.

Tahmin becerisi objektif olarak, verilen tahmin setinin doğruluğu ile havanın değişmeyeceğinin tahmini gibi basit prosedürlerle elde edilen benzer tahmin setinin doğruluğunun karşılaştırılması ile belirlenebilir. Tahmin doğruluğu seviyesi bu basit yöntemlerle erişilen doğruluk seviyesinden yüksek

olmaz ise tahmin başarısından söz edilemez. Bir tahminin yararı, bir olayın tahmin edilmesi veya başka bir deyişle oluşum olasılığının belirlenmesinin kullanıcıları bilgilendirilmesi ile artar, örneğin; günlük sıcaklık tahmini ve bazı aylık ve mevsimlik bakış açısından olasılık hesapları, havaya duyarlı işlerle meşgul olanlara, eğer havayla ilgili maliyet ve kayıplar değerlendirilebilirse, ciddi faydalar sunmaktadır.

Hava tahmini düzenli bir iş olarak meteoroloji biliminin bir uygulamasıdır. Matematiksel eşitliklerin kullanımındaki kadar çok tecrübe ister. Meteorolojistler mevcut hava kütlelerindeki sapma derecesini anlamak için daima atmosferin tahmin edildiği gibi davranıp davranmadığını izleyerek gelişmeler üzerinde dururlar. Hava kütlelerinde sapma derecesi görüldüğünde daha yeni değerlendirmeler ve uygun alternatifler ortaya konulmaktadır.

Meteoroloji mühendisliği alanına giren hizmetler; atmosferi kesintisiz olarak karada, denizde, havada bulunan binlerce gözlem istasyonunun yanı sıra uydu ve radarlar ile sürekli takip ederek, elde edilen meteorolojik parametrelere ait milyonlarca verinin analizi ve sentezi yapılarak Sayısal Hava Tahmin Modelleri de kullanılarak, yerel, bölgesel ve küresel ölçekte olmak üzere toplumun her kesimine sürekli ve düzenli olarak "Hava Tahmini" başta olmak üzere tarım, ulaşım, enerji, sanayi, kentleşme vb. yaşamın tüm alanlarına meteoroloji disiplini alanında eğitim almış kişiler tarafından hizmet sunulmaktadır. Bu bilimsel kriterlere göre hareket eden ve yaptıkları işin sorumluluğunu omuzlarında taşıyan, bu bilim dalının eğitimini alan "Tahminciler" tamamen bilimsel ölçüm ve gözlemlere dayanarak çalışmalarını yapmaktadırlar. Bu sektörde tahminler başta olmak üzere meteorolojik hizmetler, bu konuda hiçbir eğitim almamış, bu konudaki verilere ve modellere sahip olmayan kişilerce yapılması mümkün değildir. Kendilerine Amatör Meteorolog diyen bazı kişi/kişilerin meteoroloji sektöründe hizmet veren bazı web sitelerindeki bilgileri yanlış/kısıtlı olarak kopyalayarak sosyal medyada yanlış anlaşılmalara neden olacak şekilde paylaşılması doğru olmadığı gibi bunların yaptıklarının doğru gibi kamuoyuna haber yapılması da aynı derecede yanlıştır.

Sonuç olarak, meteorolojik hizmetler alanında, 3254 Sayılı Kanun ile kurulmuş Kamu Kurumu olan Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) ve 14 Mart 2003 tarih ve 25048 sayılı Resmî Gazetede yayınlanarak yürürlüğe giren Odamızın SMM Yönetmeliği ile Meteoroloji Mühendisleridir (MMO).

Ortalama ve ortalama üstünde meteoroloji yayınları arasındaki fark çekici deyimler ve hava tanımlarıdır. Sıradan bir tahmin, dili düzgün kullanarak hatırlanabilir ve eğlenceli bir tahmine dönüşebilir. Örneğin; Öğleden sonranın büyük bir bölümünde bulutlar güneşten gizlenecek. Islak hava koşulları geçici olarak son bulacak, fakat bu gecedeki sonra onları arayacaksınız. Başkibir hava olayı bölgeyi etkisi altına alacak. Montlarınızı kullanacak şekilde muhafaza edin. Yağış devam edecek, fakat bu gece rüzgar toplanmaya başlarken ve sıcaklıklar düşerken soğuk hava üşütecek. Bu gecelerde sobaya birkaç kütük ateşe atacaksınız ve ev içinde okuyacağınız aşk romanından zevk alacaksınız.

Teknolojik gelişmelerdeki hızlı değişimle meteorolojik tahminlerde tutarlılık oranı ve verilen hizmet çeşidi her geçen gün artmaktadır. Halkımızın meteorolojiye olan ilgisini daha artırmak için başta hava durumu sunucuları olmak üzere MGM uzun yıllardır aynı dili kullanarak hazırladığı hava tahminlerinden vazgeçerek, halkın ilgisini çekecek şekilde algıda seçicilik oluşturularak hava tahminlerine olan ilgi artırılabilir.

Kaynaklar

Bull. Amer. Meteor. Soc., 66,67,72

Center for Atmospheric Research,* Boulder, Colorado (Manuscriptreceived 2 November 2007, in final form 28 February 2008)

Communicating Uncertainty in Weather Forecasts: A Survey of the U.S.

Guidelines for The Education and Training of Personnel in Meteorology and Operational Hydrology "WMO-N 258,Vol.1-Meteorology

(S., Çelik ve diğ., 2010)

Hava Tahmin Raporları ve Televizyonlar;

<https://www.mgm.gov.tr/FILES/genel/makale/tv-raporlar.pdf> (Erişim Tarihi: 12.03.2021)

<https://mgm.gov.tr/genel/meteorolojinedir.aspx> (Erişim Tarihi: 12.03.2021)

Media Guide for WMO Information and Public Affairs Focal Points at National Meteorological and Hydrological Services, WMO/TD-No. 1451, World Meteorological Organization, 2009

Meteoroloji Mühendisleri Odası(MMO) <https://www.meteoroloji.org.tr/amator-meteorologlar-ile-ilgili-tekip-metnimiz> (Erişim Tarihi: 12.03.2021)

WMO/2005, Weather Information, TD No. 1278, World Meteorological Organization, 2005



Meteoroloji Mühendisleri Odası



Prof. Dr. İsmail GÜLTEPE
Havacılık Meteorolojisi
Komisyonu Üyesi

İKLİM DEĞİŞİMİ VE TÜRKİYE



Onur DURMUŞ
Meteoroloji Mühendisi
Havacılık Meteorolojisi
Komisyonu Üyesi

1. Özet

Bu kısa değerlendirme (short review) makalesinin amacı, küresel iklim değişiminin Türkiye iklimi üzerindeki etkilerini özetlemektir. Bilindiği gibi iklim değişimi, temelde meteorolojik parametrelerin uzun yıllar boyunca değişimini incelemektedir. Bu zaman aralığı en az 50-100 yıl kadar olmalıdır. Tabii ki bu süreçte kısa dönemli değişimler olabilir. Ancak bu durum iklimin doğal değişkenliği olarak tanımlanmaktadır. Örneklemek gerekirse yaz maksimum sıcaklıklarının 1 veya 5 yıl boyunca normallerin üstünde olması bölgesel iklimin ısındığı anlamına gelmez. Bu nedenle Türkiye’de meydana gelen iklim değişikliği ve etkilerini iklim modelleri veya genel sirkülasyon modelleri ile kısa dönemlerde açıklamak doğru bir yaklaşım olarak kabul edilemez. Türkiye iklimi, bulunduğu konum itibarıyla (orta enlemler) sinoptik ölçekteki sistemlerin değişimi, kuzeydeki kutupsal jetler ve güneydeki tropikal jet sistemleri tarafından etkilenmektedir. Bu makalede, ölçümler ve model sonuçları göz önünde bulundurularak, Türkiye’deki iklim değişimi objektif olarak değerlendirilecektir.

2. İklim Değişimi ve Çeşitleri

İklim değişimi mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için öncelikle iklim değişiminin sebeplerinin, atmosferik parametrelere olan etkilerinin incelenmesi gerekir. İklim değişimi doğal ve insan kaynaklı olarak meydana gelebilir. Doğal sebeplere örnek olarak; Güneş patlamaları, Dünya’nın hareketlerindeki (eliptiklik derecesi, eksen eğikliği ve devinimi gibi) değişimler,

volkanik aktiviteler ve meteorların Dünya’ya çarpması verilebilir. İnsan kaynaklı sebepler ise hava kirliliği, şehirleşme ve mimari yapılar, teknolojik gelişmelere paralel olarak artan enerji ihtiyacı, sera gazı salınımları ve aerosoller, barajlar ve kanallar olarak örneklendirilebilir. Sıcaklık, nem, yağış gibi atmosferik parametrelerdeki değişimler şiddetli fırtınalar, kuralık, atmosferik türbülans oluşumunu ve sıklığını etkiler. Meydana gelen bu değişimler genellikle iklim değişikliğinin kısa ve uzun vadeli etkileri olarak karşımıza çıkarlar. Bu değişimlerin ortaya çıkardığı en önemli konulardan biri de jet akımlarının karakteristiklerinde (200 mb seviyesinde) önemli değişiklikler meydana gelmesidir.

Türkiye’nin iklimi, jeolojik ve topografik özelliklerinden dolayı bulunduğu enlem ve boylama bağlı aşırı değişiklikler gösterir. Türkiye’nin üç tarafı denizlerle kaplı olması ve Anadolu platosunun ortalama yüksekliğinin 1000 m civarında olması nedeniyle, ikliminin sayısal tahmin modelleriyle incelenmesi karışık ve zordur. Ayrıca Türkiye, Akdeniz üzerinden gelen yağışlı ve sıcak hava kütleleri ile kuzeyden gelen soğuk hava sistemlerinin etkisi altındadır. Bu yüzden yaz ve kış aylarında, sinoptik hava olayları tarafından ciddi şekilde etkilenir. Bu sistemlerin buluşma alanları yağışların şiddetini, hava olaylarının oluşumunu, gelişimini ve değişimini önemli ölçüde etkilemektedir. Meydana gelen atmosferik olaylar, jet akımlarının dağılımı, ve topografik değişimler, meteorolojik şartlar ve iklim üzerinde önemli rol oynamaktadır.

3. Ölçümler ve Sayısal Modeller

İklim değişiminin boyutlarının ve etkilerinin belirlenmesinde ölçümler önemli rol oynamaktadır. Ölçümlerin zamansal ve alansal sınırlamaları (ölçüm aralıkları ve süresi, ölçümün hassaslığı, noktasal ve alansal temsiliyeti gibi) nedeniyle, model simülasyonu sonuçları ile kıyaslama yapılırken dikkat edilmesi gerekmektedir. İklim modelleri genellikle uzun yıllar için koşullar; ancak modelin yapısı ve özelliklerine göre modelin koşulduğu zaman dilimi, mevsimlik olabildiği gibi yüzyıllar mertebesinde de olabilmektedir. İklim modelleri genelde tahmin modellerini temel alarak geliştirildiğinden, sonuçlarının dikkatli olarak değerlendirmesi gerekir.

İklim modelleri birçok fiziksel parameterizasyon, katsayılar ve sabitler içerir. Bu fiziksel parameterizasyonlar ve katsayıların doğru seçilmesi, modelin sonuçlarını doğrudan etkilemektedir. Bu durumu örneklemek gerekirse, hemen hemen tüm iklim modellerinde bulut kapalılık oranı hem orta enlemlerde ve hem de kutuplarda aynı değer olarak kullanılmaktadır; ancak bu kabul gerçek atmosferik şartları yansıtmamaktadır. Ayrıca gerçek atmosferik şartlar düşünüldüğünde, kullanılan parameterizasyonlar ve mikrofiziksel algoritmalar, özellikle bulut oluşumu için yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle iklim ve sayısal hava tahmin modelleri teorik olarak normal gözükse

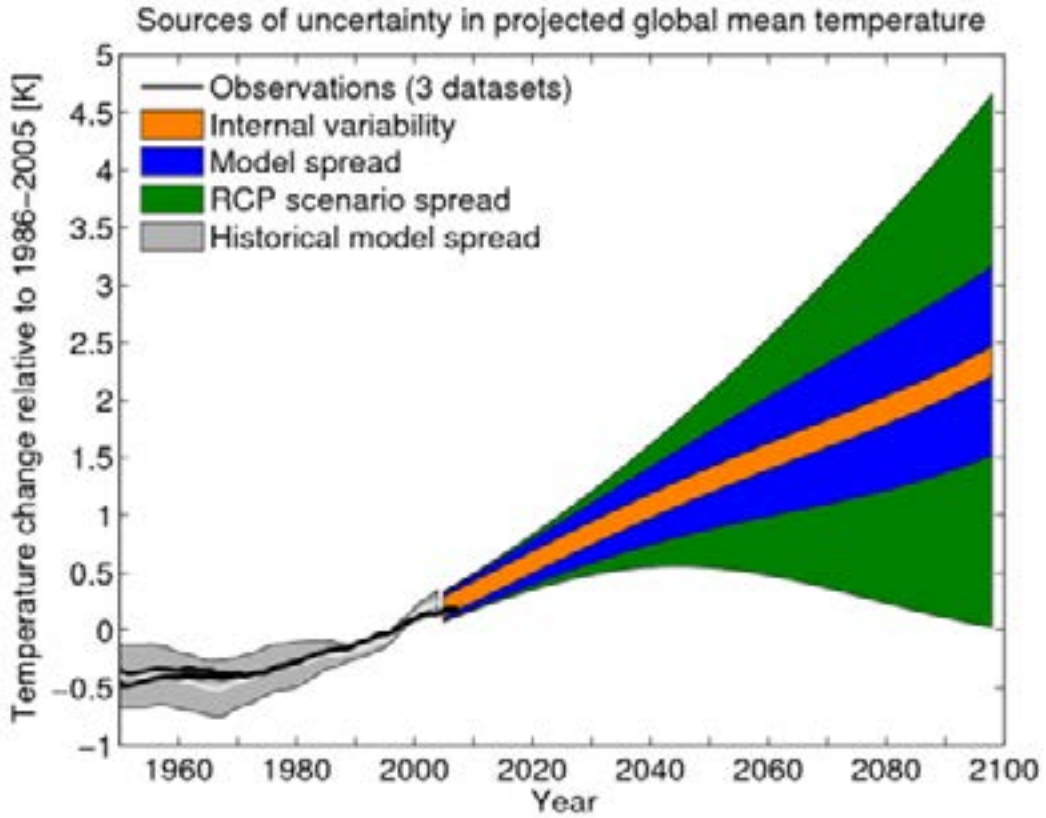
de ölçümlerle kıyaslandığında tahminlerin model tutarlılıkları yetersiz kalabilmektedir (Sekil 1). Bu sebeple sadece iklim modellerinin sonuçlarına bağlı olarak iklim değişimi belirlenmesi ve gelecekteki sonuçlarının tahmin edilmesi yanlış bir yaklaşımdır. Bunun yerine iklim değişimi olursa hangi tedbirlerin alınacağı düşünülmelidir.

Genel olarak küresel iklim modellerinin sonuçlarına göre gelecek 50 yıl içerisinde;

- i) Orta enlemlerde 1-2°C, kutuplarda ise 5-6°C arasında bir ısınma olacağı,
- ii) Kar yağışlarının Dünya genelinde azalacağı,
- iii) Şiddetli hava hadiseleri, sel ve taşkın olaylarının artacağı,
- iv) Bitki örtülerinde önemli değişimlerin olacağı,
- v) Sıcak hava dalgalarının süresinde ve şiddetinde artış olacağı,
- vi) Hava kirliliğinin fosil yakıt kullanımına bağlı olarak artacağı,
- vii) Sera gazlarının artmaya devam edeceği öngörülmektedir.

Birçok farklı iklim modelinin çalıştırılmasıyla elde edilen sonuçlara göre yapılan bu tahminlerin, uzun süre geçerli olup olmayacağı kesin olarak bilinmemektedir. Bu nedenle model sonuçlarının belirsizliklerinin detaylı araştırılması gerekmektedir. Türkiye'deki iklim değişikliği konularının sadece sayısal modellere bağlı veya kısa süreli ölçümler ile incelenmesi bizleri iklim değişimi konusunda yanılgıya düşürecektir.





Şekil 1: 150 Yıllık Periyot için Gözlem ve Model Sıcaklık Değişimi ve Tahminler (Hawkins, 2013). Yeşil Alanlar Emisyon Belirsizliklerini, Mavi Alanlar Model Belirsizlikleri, Turuncu Alanlar İse Model İç Belirsizliklerini Göstermektedir.

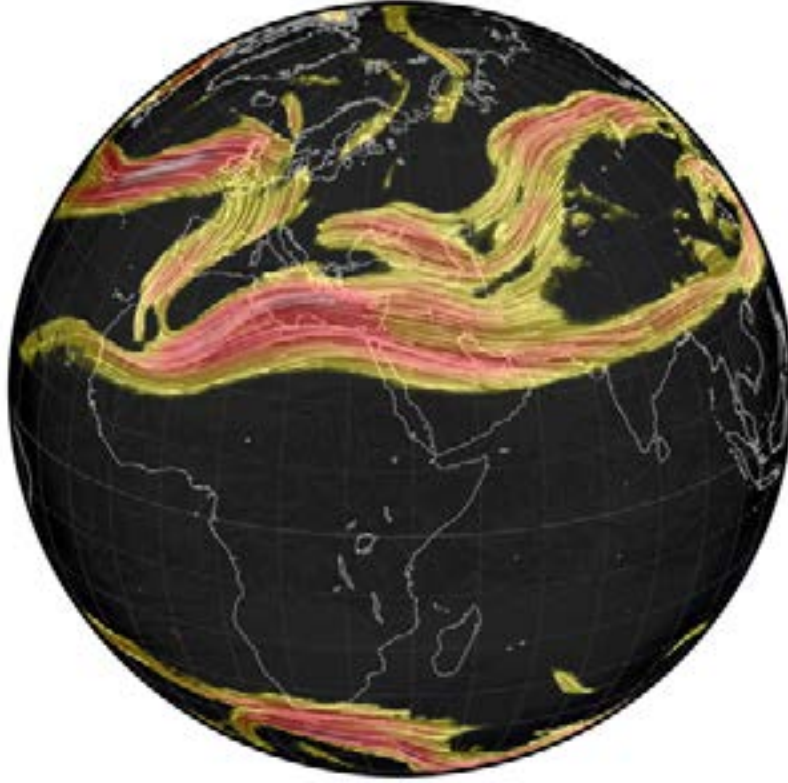
4. Türkiye ve Avrupa Isınacak mı?

Küresel iklim değişikliği ile birlikte bölgesel etkilerin birbirinden farklı olacağı, yapılan birçok çalışma ile ortaya konulmaktadır. Yapılan birçok gözlem ve çalışma, 50 yıla kadar kutuplardaki ısınma miktarının 5-6°C civarında olacağını göstermektedir, bu değer orta enlemlerde 1-2°C civarındadır. Türkiye ve Avrupa'nın ısınması ya da soğuması konusunda aşağıdaki fiziksel ve dinamik olaylar etkili olacaktır.

a) Buzullar ve Polar Jet

Türkiye'de Polar jetin güneye doğru inmesi, soğuk ve yağışlı günlere sebep olmaktadır.

Özellikle son yıllarda Polar jet akımının salınım miktarı (sinüs eğrisi şeklinde) artış göstermiştir. Küresel iklim değişikliğinin belirgin etkileri henüz görülmeye başlanmadan önce özellikle Polar jetin daha az salınım göstermesi günümüzdeki hareket değişikliği iklim değişimine sebep olduğunun bir göstergesi olarak algılanabilir (Şekil 2). Polar jetin güneye inmesi genellikle soğuma ve kar yağışı şeklinde görülmektedir. Kutuplardaki buzulların günümüzde eridiği ve kutupsal bölgelerdeki ısınmaya paralel olarak buzulların erime miktarının da arttığı bilinen bir gerçektir. Kutuplardaki ısınma Polar Jet'in kuzeye kaymasına neden olacaktır. Bu durum Türkiye'de sıcaklıkların artmasının bir nedeni olarak belirtilebilir.



Şekil 2: Atmosferdeki Jet Akımlarının (200 mb şiddetli rüzgarlar) 10.03.2021 04 00 UTC'deki modele dayanan gösterimi. Kuzeyde Polar, güneyde Mid-latitude Jet akımı görülmektedir. Kuzey yarım küredeki bu jet akımlarının pozisyonu Türkiye'nin ve Dünya'nın iklimini doğrudan etkiler (Kaynak: Net Weather)

b) Deniz seviyesinin yükselmesi

Deniz suyu seviyesinin önümüzdeki yüzyılda modellere göre oldukça değişkenlik göstermekle birlikte 1 ila 8 metre arasında artış göstereceği öngörülmektedir. Tablo 1'de 2019 yılında New Jersey'de yapılan bir çalışmaya göre 1991-2009 yılı ortalama deniz seviyesine göre deniz seviyesindeki yükseklik artış tahmini verilmiştir

(Kopp ve diğ., 2019). Bu çalışmaya göre emisyon miktarlarına bağlı olarak 2050 yılında 0.7 ft (0.2 m) ile 2.6 ft (0.8 m) deniz seviyesinde yükselme olacağını öngörülmüştür. 2150 yılına gelindiğinde ise bu değerlerin yaklaşık 0.9-6 metre arasında değiştiği görülmektedir. Ancak bu şartlar altında, şehirleşme ve çevresel şartların da iyi irdelenmesi gerekmektedir. Bu değişimler deniz seviyesindeki artışın ne kadar önemli olacağını göstermektedir.

Tablo 1: New Jersey'deki Deniz Seviyesi Yükselme Tahminleri (feet olarak) (Kopp ve diğ., 2019)

	Chance SLR Exceeds	2030	2050	2070			2100			2150		
		Emissions										
		Low	Mod.	High	Low	Mod.	High	Low	Mod.	High		
Low End	> 95% chance	0.3	0.7	0.9	1	1.1	1.0	1.3	1.5	1.3	2.1	2.9
Likely Range	> 83% chance	0.5	0.9	1.3	1.4	1.5	1.7	2.0	2.3	2.4	3.1	3.8
	~50 % chance	0.8	1.4	1.9	2.2	2.4	2.8	3.3	3.9	4.2	5.2	6.2
	<17% chance	1.1	2.1	2.7	3.1	3.5	3.9	5.1	6.3	6.3	8.3	10.3
High End	< 5% chance	1.3	2.6	3.2	3.8	4.4	5.0	6.9	8.8	8.0	13.8	19.6

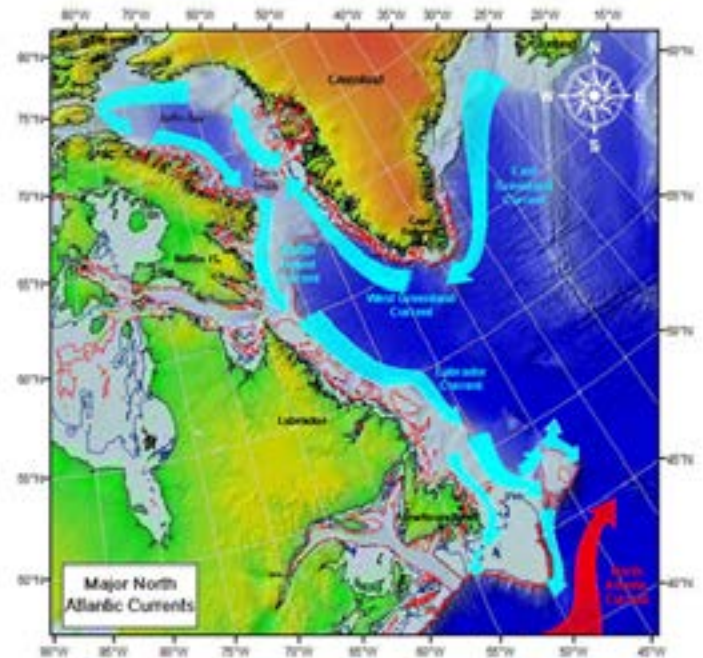
c) Atlantik Okyanusu akıntıları

Küresel iklim değişikliği ile birlikte Dünya sıcaklıklarındaki artış sadece atmosferle sınırlı olmayacaktır. Özellikle okyanus ve deniz suyu sıcaklıklarında da önemli miktarda artış olacağı öngörülmektedir. Ancak bu artış, okyanus ve denizlerde atmosferden daha yavaş olacaktır. Buna karşın buzul erimesinin oluşturduğu soğuk su akıntıları bu ısınmaya karşı önemli bir rol oynayacaktır. Okyanus akıntılarındaki değişimler hem küresel hem de bölgesel iklimlerde önemli değişimler meydana getirecektir. Bu değişimlerin anlaşılabilmesi için öncelikle okyanus akıntılarının yapısını bilmek gereklidir. Özellikle Avrupa'nın ve Türkiye'nin ikliminin şekillenmesinde Kuzey Atlantik Okyanusu akıntıları çok önemli rol oynar. Bu akıntılara örnek olarak "Gulf Stream" ve "Labrador Stream" verilebilir. Gulf Stream tropiklerden gelen sıcak suyu (15-20°C) kutuplara doğru taşır ve Avrupa'nın iklimini nispeten daha ılıman hale getirir. Labrador Stream ise Kanada'nın Atlantik kıyısının kuzeyinden gelir ve yaz aylarında soğuktur (3-10°C). Kışın ise bu akıntılar sebebiyle, geçmişte deniz yüzeyi donmuştur. Bu akıntılar sebebiyle, Kanada'nın doğu kıyıları yaz aylarında oldukça soğuktur (Şekil 3). Okyanus akıntıları, küresel ve bölgesel iklimi önemli ölçüde etkilemektedir. Bu etkinin, önümüzdeki yıllarda Avrupa'da ve Türkiye'de soğumaya yol açması beklenmektedir ama bunun incelenmesi gerekir.

a) İstanbul Boğazı donar mı?

Kuzey kutup bölgelerindeki buzulların erimesi ve Labrador Stream ile beraber soğuk su akıntısı güneye kaymaya başlar ve Gulf Stream'in kuzeye gelişini önlenir. Bu durumun görülmesi

ile Avrupa'nın kuzeyinde ciddi bir soğuma meydana gelecektir. Bu soğumayla birlikte hava kütlelerinin hareketleri yavaşlayarak bütün Avrupa'ya ve Türkiye'ye etkisi altına alabilir. Polar jetin güneye inmesiyle birlikte orta enlemlerde, sıcaklık değerlerinde düşüşler meydana gelebilir. Bu durumda Avrupa'nın büyük bölümü ve Türkiye bu soğuk dondurucu havanın etkisi altında kalabilir. Ancak bu durumun süresinin belirlenmesi detaylı araştırma, ölçüm ve modelleme çalışmaları ile mümkün olabilir.



Şekil 3: Labrador ve Gulf Stream Akıntıları; Labrador Stream soğuk su akıntısı olup mavi oklarla) ve Gulf Stream sıcak su akıntısı (kırmızı oklarla) gösterilmiştir. Labrador akıntısı sıcak Gulf Stream etkisini ciddi şekilde azaltabilecektir bu da buzulların erimesiyle ilgilidir (kaynak https://en.wikipedia.org/wiki/Labrador_Current).

İklim değişimi hakkında yapılan tahminler doğru olursa, hava sıcaklığının 20°C, deniz suyu sıcaklıklarının 18°C düşmesi beklenmektedir. Buna ek olarak soğuk havanın Avrupa üzerinde yeterince kaldığı durumda ise, denizler ve boğazlarda meydana gelen hızlı buharlaşma ile enerji dengesi sağlanacak ve deniz suyu sıcaklıkları -3°C civarına kadar düşecektir. Sıcaklık düşüşlerinin 1-2 ay sürmesi durumunda, Kutup bölgelerine benzer şekilde donma gözlemlenebilecektir. İstanbul Boğazı'nda meydana gelen akıntılar sebebiyle, boğazın donması daha yavaş olacaktır veya tamamen donmayacaktır. Ayrıca bu durum deniz suyunun kimyasal yapısıyla ve derinliğiyle de doğrudan ilişkilidir.

Bütün bu tahminler ve kabullere bağlı olarak, Gulf Stream ve Labrador Stream'deki değişimler, buzulların erimesi, Polar Jet'in güneye inmesi ve en az 2-3 hafta boyunca sıcaklıkların -10°C ila -20°C arasında olması durumunda boğazın da donması mümkündür. Ancak bu değişimlerin ve tahminlerin beklenen yönde olması sadece bir ihtimaldir ve çok kompleks bir sistem değişikliğini gerektirir. Küresel ısınma olayı kısa dönemli olabilir ve soğuk döneme yukarıdaki nedenlerle geçilebilir.

b) Buzulların erimesi ve Dünya'nın ağırlık merkezinin değişimi

Buzulların hızla erimesiyle Grönland ve çevresinde azalan buz kütlesi Dünya'nın ağırlık merkezinin değişmesine sebep olabilir. Bu değişim Dünya'nın eğimini etkileyebilir ve Güneş'ten gelen enerji miktarını doğrudan etkileyebilir. Böyle bir senaryoda, iklimin de bu durumdan ciddi oranda etkileneceğine kesin gözüyle bakılabilir. Bu değişim ısınma veya soğuma yönünde olabilir.

c) Volkanik aerosoller

Küresel sıcaklıkları düşürebilecek diğer bir sebep ise volkanik patlamalar sonucu atmosfere salınan aerosollerdir. Atmosferdeki aerosol miktarının artması ve aerosollerin fiziksel yapısına bağlı olarak Güneş radyasyonunun azalması sebebiyle yeryüzü sıcaklıklarında düşüşe yol açacağı bilinmektedir. Geçmişte önemli

volkanik patlamaların yüzey sıcaklıklarının azalmasına sebep olduğu konusunda birçok örnek bulunmaktadır. Bu aerosollerin direkt etkisi olduğu bilinmektedir. Aerosollerin diğer etkisi ise dolaylı olarak bulut yapısını değiştirmesi ve yağışların azalmasıdır.

4. Değerlendirme

Küresel iklim değişiminin yada yüzey sıcaklıklarının artış yada azalışının değerlendirmesi atmosferik olaylar ve okyanus akımlarıyla doğrudan bağlantılıdır. Örnekleme gerekirse kutupsal bölgelerdeki 5-6 °C derecelik ısınma olayının, gelecek 50 yılda görülmesi tahmin edilmektedir. Polar Jetin kuzeyde kalması veya salınımlar yapması iklimi ciddi olarak etkileyecektir Sera gazlarının durması halinde bile Dünya'nın ısınması devam edecektir çünkü buzulların erimesiyle Güneş enerjisi kuzeyli bölgelerde daha çok absorblanacaktır. Grönland ve çevresindeki buzulların erimesi, Dünya'nın ağırlık merkezinin değişimini etkileyeceği günümüzde tartışılmaktadır. Bu değişim de iklim şartlarını ciddi olarak etkileyecektir. Buna ek olarak, metan gazının kutuplardaki salınımı nedeniyle küresel ısınmanın ciddi boyutlarda olması beklenmektedir. Denizlerin kirliliğiyle ilgili olarak ise atmosferden yeterli CO2 emilmemesi iklimin daha da ısınacağına habercisidir.

Bu soruların cevapları iklimi ve küresel sıcaklıkların artma yada azalma eğilimini doğrudan etkileyecektir ve iklimi etkileyen olayların zaman süreci en önemli noktalardan biri olacaktır. Bu bilinmeyenlerle hareket ederken sadece sayısal iklim modellerine bağlı olarak uzun dönemler için Dünya ısınıyor yada soğuyor demek yanlış bir bilimsel yaklaşımdır. Çünkü sayısal modeller daha en basit bulut oluşumunu çözememektedirler ve yüzlerce değişkenin birbiriyle ilgisi hala ortaya konulamamaktadır.

Meteorolojik ölçüm ağlarının geliştirilmesi ve yenilerinin kurulması hem denizler hem de karalar üzerindeki atmosferik olayların değerlendirmesini kolaylaştıracaktır. Bu sebeple hem ısınma hem de soğuma konusunda daha fazla bilimsel çalışmaya ihtiyaç vardır.



Ziyaattin DURMAZ
Meteoroloji Mühendisi
Hidroloji Komisyonu Başkanı

MÜHENDİSLİK HİDROLOJİSİ AÇISINDAN YERALTISUYU BARAJLARI VE YERALTISUYU BESLEMESİ



Hüseyin Sefa HIZLI
Meteoroloji Mühendisi
Hidroloji Komisyonu Üyesi

ÖZET

Son yıllarda yaşanan kurak dönemler sebebiyle özellikle nüfus yoğun bölgelerde içme ve kullanım suyu, tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu bölgelerde sulama suyu sıkıntısına bir alternatif olarak ortaya çıkan Yeraltısuyu (YAS) Besleme ve Yeraltısuyu Barajı yapıları birbirine benzerlik göstermektedir. Yüzeysel suyu barajlarına göre bazı farklılıklar göstermektedirler. Bu makalede yeraltı barajları ve beslemeleri konusunda kısaca bilgi vermeye çalışılmıştır.

1. Yeraltı Barajı Nedir?

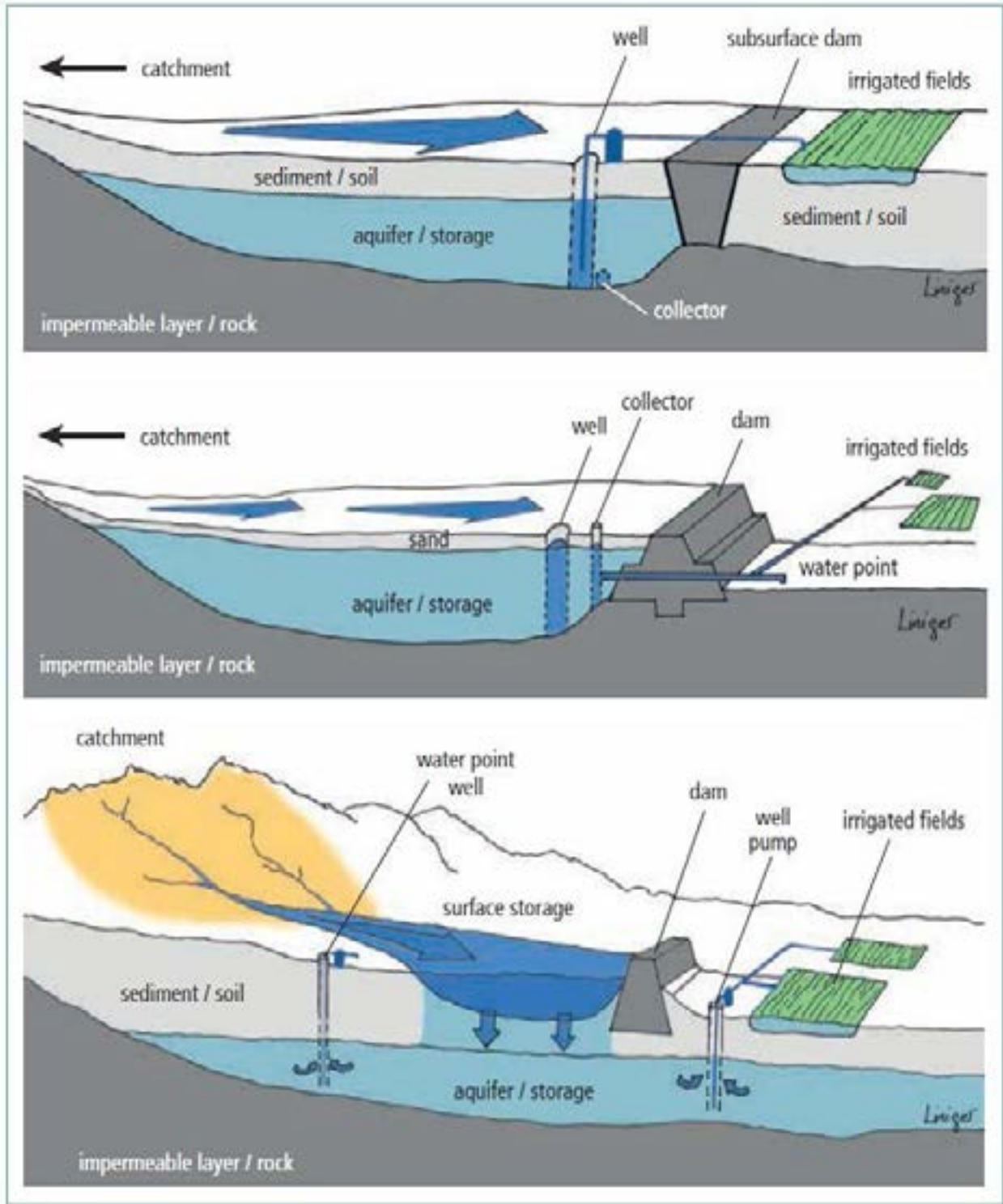
Yeraltı Barajı, genelde gövdesi yeraltında bulunan dere yatağındaki alüvyon içine yerleştirilen bir gövde ile suyun önüne set çekilerek gövde arkasında suyun yeraltında depolanmasını sağlar. Şekil 1’de Yeraltı Baraj tipleri şematik olarak verilmiştir. Depolanmış su yeraltında, geçirimsiz/gözenekli tabaka içinde tutulmaktadır. Bu sebeple göl alanında mevcut tarımsal faaliyetlerin veya meraların amacına uygun kullanımının devam edebileceği ancak, depolanmış suyun kirletilmemesi (özellikle gübreleme, evsel ve sanayi atıkları ile) kaydıyla kamulaştırma, ağaç kesimi gibi uygulamalara gerek olmaması, dolusavak olmaması (tamamen gömülü olanlarda) veya küçük ölçekli olması gibi sebepler ile yapılması cazip yapılardır.

2. Yeraltısuyu Yapıları Beslemesi nedir?

Yeraltısuyu beslemesi yapıları, akarsu yatağından yüzeyden gelen suyun, istenilen bir bölgede Yeraltısuyunu besleme amacıyla suyun önüne bir bent yapılarak suyun doğal yolla veya suni olarak delikli borularla/kuyularla yüzey suyunun yeraltına sızdırılması işlemine Yeraltı Suyu Besleme yapısı denmektedir.

Aslında yüzey suları üzerine yapılan baraj-gölet yapısında da geçirimsiz tabakaya kadar “Sıyırma Kazısı” yapılmaktadır yani gövdelerinin bir kısmı yeraltındadır. Bu sebeple denilebilir ki tüm baraj, gölet gibi depolamalar bir ölçüde yeraltı suyu seviyesini mevsimsel etkilere karşı korumakta ve beslemektedir. Bir akarsu kesitinde ne tip bir yapı yapılacağı önce ihtiyaçların, sonra yapılabilişliklerinin (hidrolojik, teknik, ekonomik ve jeolojik) kapsamlı araştırılması ile ortaya konmaktadır.

Su yapılarından hangisinin daha uygun olduğuna karar verilmesini etkileyen en önemli etkenlerden birisi de Mühendislik Hidrolojisi açısından ele alınıp değerlendirmeler yapılmasıdır.



Şekil 1. (a) Yeraltı depolaması doğal bir geçirimli zeminde,
 (b) Yeraltı depolaması gövdenin yükseltilmesi ile kum/çakıl birikimi sayesinde yapay geçirimli olması,
 (c) Yeraltısuyu beslemesi ise göl alanının doğal akifer sisteme bağlantılanması ile çalışmaktadır. [1]

3. Mühendislik Hidrolojisi Açısından Yeraltısuyu Barajları

Bir akarsu kesitinde ister yer üstü isterse yeraltı depolamasının yapılması için öncelikle ihtiyacın olması gerekmektedir. Bu ihtiyaçlar, içme suyu, sulama, enerji, taşkın, rusubat ayrı ayrı olabildiği gibi hepsi bir arada da veya çoklu şekillerde de olabilmektedir. Bundan sonra pek çok mühendislik dalının (İnşaat, Meteoroloji, Ziraat, Jeoloji, hidrojeoloji, Jeofizik, Harita ve Çevre) ortak çalışması ile planlanması yapılmaktadır. Bu mühendislik dalları kendi başına çalışma yaptığı gibi diğer mühendislik dalları ile de ortaklaşa çalışmalar yapması gerekebilir.

Mühendislik Hidrolojisi açısından bakılacak olursa; Projenin yapılacağı bölgede arazi çalışmaları yapılır, meteorolojik ve hidrolojik veriler proje yeri için çalışılarak tesisin su potansiyeli, taşkın tekerrür debileri, su ihtiyaçları ve işletme çalışmaları gibi detaylar ile akarsuyun Mühendislik Hidrolojisi çalışmaları sayesinde

akarsuyun hidrolojik rejiminin ortaya konulması gerekmektedir. Bu çalışmalar yerüstü barajları için yapıldığı gibi yeraltı barajları için de aynen yapılmaktadır. Hidrolojik rejim her kesit için özgündür ve planlama çalışmalarında önemli verilerden birisidir.

4. Türkiye’de Yeraltı Barajları ve Yeraltısuyu Besleme Bentlerinin Geçmişi ve Geleceği

Türkiye’de suyun kullanımı ile ilgili kuruluş olan Devlet Su İşleri (DSİ) Genel Müdürlüğü tarafından 2020 sonu itibarıyla 19 adet Yeraltısuyu Besleme ve Barajı tamamlanmış olup 2023 yılı sonuna kadar ise 150 adedinin yapılması planlanmaktadır [7].

Türkiye’deki ilk Yeraltısuyu beslemesi olarak yapılan ve işletmeye alınmış tesislerden örnekler Tablo 1’de verilmiştir [2].

Tablo 1. DSİ GAP 15. Bölge Müdürlüğüne yapımı tamamlanan Yeraltısuyu Besleme Bendi listesi.

No	İli	İlçesi	Gölet Adı	İnşaata Başlanan Yıl	İşletmeye Aldığı Yıl
1	Şanlıurfa	Ceylanpınar	Büyük Cırcıp YAS Besleme Bendi	2013	2015
2	Şanlıurfa	Harran	Cudi YAS Besleme Bendi	2013	2015

Tesislerin yapıldığı Şanlıurfa İli, Ceylanpınar ve Harran İlçelerinde oldukça düşük yağış, buna karşılıkta yüksek buharlaşma değerleri mevcuttur. Havzaları (Cudi 455 km² iken toplam akım 25 hm³/yıl, Büyükcırcıp 1630 km² iken toplam akım 153 hm³/yıl) çok büyük iken buna karşılık yıllık ortalama gelen su çok düşüktür. Havzaları çok

büyük olduğundan yüksek sediment ve büyük taşkın tekerrür debileri çıkmaktadır. Bu durum yüksek ölü hacme ve büyük kapasiteli dolusavak ihtiyacına sebep olmaktadır. Yüzeysel depolama için arazinin geçirimsiz hale getirilmesi de gerekeceğinden, normal yerüstü barajı çok maliyetli olmaktadır.

Bu örnekteki akarsuların zeminleri ve yan şevleri geçirimli yapıda olduğundan Yeraltısuyu Besleme tesisi yapılması uygun bulunmuştur. Ayrıca bu depolamaların yapıldığı kesitler, Yeraltısuyu sulamalarının yapıldığı bölgeye yakın olması sebebiyle Yeraltısuyu kuyuları sularının seviyesini dengede tutmaya yardımcı olacağı düşünülerek DSİ Planlama Raporlarında uygun görülerek önerilmiştir.

Büyükçırıp Deresi üzerinde membadaki Akım Gözlem İstasyonunun (AGİ) geçirimi az bazalt bölgede olmasından kaynaklı yüksek verimliyen, mansapta karstik bölgeye inildiğinde karstik boşlukların olması sebebiyle akışlarda memba mansap ilişkisi yüzey akış açısından bulunmamaktadır. Bu da civarda normal bir baraj veya gölet yapımı yerine bölgede DSİ tarafından Yeraltı Besleme Bentlerinin yapımına karar verilmesine neden olmuştur. Genel olarak bu tip arazilerde AGİ'lerde akışın az oluşu sebebiyle kurulmamıştır. Bu durum hidroloji

çalışmalarında daha özenli ve dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Şekil 2 ve 3'te Büyükçırıp YAS Besleme Bentinin aks yeri yapılmadan önce ve sonrasına ait Google Earth uygulamasından alınmış uydu resimleri verilmiştir. Şekil 4'te ise Cudi Yas Besleme Bendinin DSİ GAP 15. Bölge Müdürlüğü çalışanlarınca arazi çalışmasında, arka planda Harran Ovası kalacak şekilde çekilmiş fotoğrafı verilmiştir. Resimden de görüldüğü gibi her iki yas besleme benti, Silindirle Sıkıştırılmış Beton (SSB) şeklinde serbest alıslı dolu savaklı olacak şekilde yapılmıştır. Genel olarak YAS bentleri, yapısal olarak Tersip Bentlerine benzemektedir.

Yeraltısuyu besleme yapılarının göl alanlarında sonradan açılmış ve gelen suyu yeraltına daha hızlı sızmasını sağlamak için kuyular açılmıştır. İşletme faaliyetlerinde yıllık olarak kuyuların gözlenmesi ve gerektiğinde bu kuyularda biriken rusubatin temizlenmesi gerekmektedir. Besleme rezervuarında yeraltına geçirimsizlik ne kadar fazla olursa önündeki bendin yüksekliği o kadar az olur.



Şekil 2. Büyükçırıp Deresi 2010 yılı uydu görüntüsü



Şekil 3. Büyükçarcıp Deresi 2019 yılı uydu görüntüsü



Şekil 4. Cudi Yeraltısu Besleme Bendi Membadan mansaba bakış

5. Sonuç ve Öneriler

Yeraltısuyu besleme yapıları ve yeraltısuyu barajları yapılan ve yapılacak olanlar küçük yapılardır. Kuraklığa çare olarak görülmemelidir ancak yeraltında tutulan su eğer haznedeki kayalarda sorun bulunmuyorsa ki bu önceden araştırılmaktadır, kaliteli içme, kullanım ve sulama suyu olarak kullanılabilir. Yapılabilmelerinde en önemli şartlar arazinin jeolojik yapısının uygunluğu, yüzeysel veya yeraltı akışının olması ve suyun kullanım yerine yakın olmasıdır. Bu konuda DSİ'nin tanıtım filmindeki ifadesi ile "Yerinde ve Derinde Depolama" yapılması sebebiyle ölçeklerinden daha anlamlı olmaktadır.

1-Yeraltısuyu Besleme Bendi tesisleri sadece tarım alanlarında değil uygun şartların olduğu yerleşim yerleri yakınlarında içme, sanayi ve tarımsal amaçlı kullanım suyu çekilen Yeraltı suyu çekim sahalarının yapay beslenimi için de kullanılabilir.

2-Şehir içlerinde de yine kullanım suyu olarak çekimi yapılması halinde yağmur suyu şebekesinden alınan sular uygun alanlarda "Yağmur Suyu Besleme Kuyuları" ile su teminine katkı sağlanması mümkündür.

3-Çatıya düşen yağmur sularının depolarda kullanım suyu olarak toplanması gibi Yeraltısuyu Besleme Bendi olmadan zeminin uygun olması halinde Yeraltısuyuna yağıştan gelen suyu sızdırmak için açılacak yağmur suyu besleme kuyuları ile de su temini çalışmalarının yapılması ülkemizdeki pek çok sebepten kaynaklı kullanım suyu temininin baskısını ve şehir sellerini önlemek için uygun çözümlerden birisi olabilir.

4-Yeraltısuyu Barajları su temini çalışmalarının yanında kıyı bölgelerde tuzlu su girişimini engellemek için kullanılması konusunda çalışmalar mevcuttur.

5-Tüm bu çalışmaların yapılabilmesi için su konusunda uzman farklı mühendislik dallarının dayanışma içinde ortak çalışması ile gerçek faydayı sağlayacağı unutulmamalıdır. Türkiye'de su konusunda uzman, ülke çapında yatırımcı ve planlamalar yapabilen tek kurum DSİ'dir. Farklı mühendislik dallarında çalışanlar bu kurumda su konusunda uzmanlaşmaktadır.

5-Sınır Aşan Yeraltı Sularının olduğu bölgelerde diğer su yapılarında olduğu gibi karşılıklı güven ortamının sağlanması ile bu tesisler de ilgili ülkeler ile ortak araştırma yapılarak yatırım ve fayda konularında anlaşmaya gidilebilir.

6-Yüzey suyu Barajlarında olduğu gibi Yeraltısuyu Besleme ve Yeraltı Barajları yapılarında da öncelikle çalışma alanında hidrometrik ölçümlerin ve hidrolojik çalışmaların, planlama ve proje aşamasında yapıldığı gibi işletme aşamasında da devam edilerek sürekliliğin sağlanması gerekmektedir. Yeraltı barajlarında depolanan sular, gözle görülmediğinden sonuçların bu şekilde ortaya konulması ile bir sonraki adımda yapılacak işlerde gerek aynı bölgede veya farklı bölgelerdeki çalışmalara altlık olması bakımından çok önemli olacaktır.

6. Kaynaklar

1. YASB ve YASD yapıları şematik gösterimi www.geo.fu-berlin.de
2. YASB yapılarından işletmede DSİ Şanlıurfa Bölgesinde bulunanlar www.bolge15.dsi.gov.tr
3. Yer Seçiminden İşletmeye Yeraltı Barajları, Doç. Dr. Ahmet APAYDIN, DSİ Genel Müdürlüğü, ANKARA-2014 www.dsi.gov.tr
4. Yeraltında Su Depolama: Yeraltı Barajları, Ahmet Apaydın ve Selin Kaya, Mavi Gezegen, 2009, Sayı 14 www.jmo.org.tr
5. Yeraltısuları, Ahmet Hamdi SARGIN, DSİ Genel Müdürlüğü, ANKARA-2010 www.dsi.gov.tr
6. DSİ GAP 15. Bölge Cudi ve Büyükcırcıp Yas Besleme Bentleri Proje Yapımı İşi Ön Raporu, Hidromark Müh. Müş. Ltd. Şti., 2011
7. DSİ YAS Barajları yerleri ve adetleri www.dsi.gov.tr



Namık CEYHAN

Meteoroloji Mühendisi
Tarım ve Orman Meteorolojisi
Komisyonu Başkanı

METEOROLOJİ MÜHENDİSİ OLMAK

Ben aslında doktor olmak istiyordum. Kabataş Erkek Lisesi son sınıfındaki arkadaşlarım üniversite tercihlerini mühendislikten yana yapmışlar hatta çoğunluğu İstanbul Teknik Üniversitesinden gözde mühendislik bölümlerini yazmışlardı. Bana da sende bir mühendislik yaz ne olacak dediklerinde hatırları kalmasın diye o gün için bana sempatik gelen “Meteoroloji Mühendisliği” bölümünü laf olsun diye yazdığımı hatırlıyorum. Belki de tıp doktoruyla aynı kefeye koydum. Hani doktor hastasını kurtaramazsa “ne yapalım Allah’tan” der ya ben de hava tahmini yapar da tutmazsa “ne yapalım Allah’tan” derim. Diye düşündüğümü hatırlıyorum.

Üniversite giriş sınavlarında ilk kez merkezi seçme uygulamasının uygulandığı 1975 yılı üniversite sonuçları geldiğinde “Kazandı: İstanbul Teknik Üniversitesi Temel Bilimler Fakültesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümü” ifadesini okuduğumda başımdan sanki kara sular döküldü. Ben böyle bir bölümü yazdığımı dahi unutmuş ve kendimi tıp fakültesine hazırlamışken birden teknik üniversite koridorlarında buldum.

Öyle ya Afyon’un küçük bir ilçesi olan Çay Ortaokulundan birincilikle mezun olup ülkenin sayılı liselerinden İstanbul Kabataş Erkek Lisesinde yatılı okuyup doktor olma hayallerine ulaşmaya bir adım varken merkezi tercih sisteminin kurbanı olarak Meteoroloji Mühendisliğine yönelmemin izahı kader demekten başkası değil.

O günlerde küçük yerlerde üniversite kazanan parmakla gösteriliyor ve ben sokağa çıkınca komşular bak manifaturacı Ali Ceyhan’ın oğlu

mühendis olacakmış diye konuşuluyorum. Komşum evin önünden geçerken hayırlı olsun tebrik ederim sahi sen ne mühendisi olacaksın dedi. Ben de Meteoroloji Mühendisi dediğimde “Meteoroloji mi? O da ne diye sorduğunda ben de bildiğim kadarıyla hava durumu tahmincisi gibi şeyler söyledim komşu teyzem demez mi “vah kuzum, onun için okumana gerek yok ki? Bizim davarları güden çoban da dağdaki keçinin kuyruğuna bakıp hava tahmini yapabiliyor”.

Babama kalsa okumana gerek gel dükkâna otur esnaf ol. Bunlara rağmen ben okuyacağım dedim ve Yetmişli yılların ortasında İstanbul Teknik Üniversitesi Meteoroloji Mühendisliği Bölümünde yüksek bir puanla öğrenciliğe adım attım. Adını ilk kez duyduğum Temel Bilimler Fakültesinde Matematik Mühendisliği öğrencileri ve Meteoroloji Mühendisliği öğrencileriyle birlikte yoğun bir matematik dersleriyle boğuşmaya başladık.

İşte böyle sevgili meslektaşlarım. Pek çoğumuz kendi tercihimiz olmasa da Meteoroloji okumanın bir ayrıcalık olduğunu, meteorolojinin çok özel ve bir o kadar da anlamlı bir bilim dalı olduğunu içine girdikçe ve yaşadıkça anladım. Ve ne yalan söyleyeyim son yıllarda bu mesleğin kıymeti daha da anlaşıldıkça keşke şimdi Meteoroloji Mühendisliği öğrencisi olsaydım, keşke şimdi mezun olsaydım diyorum. Çünkü bizim zamanımızla şimdiki zaman arasında o kadar çok fark var ki lütfen kıymetini bilin ve sizden sonrakilere alan yaratmak için çok ama çok çalışın gösterin biz kimiz!..

Öğrencilik yıllarımızın geçtiği 1975-1980 yılları arası terörün zirveye çıktığı, kutuplaşmaların hat safhada olduğu dönemdi. Şu kadarını söyleyeyim aynı sınıfta okuduğum ve aynı evde kaldığım arkadaşım (EB), sabah helalleşerek ayrılırdık, belki akşama dönemeyebiliriz diye. Allah bir daha göstermesin. Zordu o dönem Üniversite öğrencisi olmak, üniversitede okumak.

Taksim Gümüşsuyu binasında başlayan eğitim sürecimiz son sınıfta 1979'da Ayazağa yerleşkesinin ilk öğrencileri olarak devam etti. Hatta o döneme mahsus yaz stajımızı da Ayazağa yerleşkesindeki rasat parkı yapımını gerçekleştirmekle yerine getirdik. İn cin geçmediği Maslak'ta 29 numaralı otobüsü kaçırdın mı yandın otostop çekmek zorundaydık. Hey gidi günler hey....

Tam mezun olacağımız sene hatta son mezuniyet sınavımın olduğu gün "12 Eylül 1980" askeri darbesi oldu ve bizim mezuniyetimiz iki ay gecikti. Mezun olduktan sonra işe girmek ayrı bir sorundu. Çünkü Meteoroloji Mühendisleri sadece DSİ (Devlet Su İşleri) ve DMİ (Devlet Meteoroloji İşleri) Genel müdürlükleri başta olmak üzere sadece devlet kurumlarında işe girebiliyordu. DSİ Hidroloji stajı yapan burs verdiği öğrencileri işe aldı. DMİ o dönemden önce maalesef meteoroloji mühendislerini işe almıyordu. Öğrendik ki DMİ bünyesindeki Meteoroloji Meslek Lisesi mezunlarını İTÜ almadığı için onlar da İTÜ mezunlarını almıyormuş. (O dönemki üniversite giriş sınav sisteminden kaynaklanıyordu)

Mezuniyet sonrası Yüksek Lisans için yine Üniversiteye devam ettim. Birkaç arkadaşla birlikte gönüllü olarak bölüme geliyor ve hocalarımıza asistanlık yapmaya başladık. 1. Ulusal Meteoroloji Kongresi hazırlık çalışmalarına bizzat katıldık ve 23 Mart 1981'de gerçekleştirilen kongreye davetli konuk olarak gelen zamanın asker kökenli DMİ Genel Müdürü Paşa (MCÖ) bölüm hocalarımızın ricasıyla DMİ kapılarını açtı. Kendisi de bu durumdan rahatsız olduğunu adı Meteoroloji olan bir kurumda Meteoroloji Mühendislerinin bulunmamasının büyük eksiklik olduğu ve derhal kadro açacağını ifade etti. Meteorolojinin kapısının açılmasında bölüm hocalarımızın çabası unutulmaz.

Sahiden de 18 Mühendis kadrosu açıldı, 9 arkadaş müracaat ettik ve kura ile atandık. DMİ'den normal yollarla giriş yapan ilk meteoroloji mühendisleri olmuştuk. Ben şanslıydım kuradan Antalya'yı çektim. Yüksek lisansı bırakıp iş hayatına atıldım. Gidip görevime başladım. Girişimiz bu kadar kolay oldu ama orada tutunmak ve varlık göstermek maalesef o kadar kolay olmadı.

Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü kapısından 13 Temmuz 1981 günü ilk adımımı attığımda çok sıcak ama merakla karşılandım, öyle ya orada görev başlayan ilk mühendis ben oluyordum. Bana hoş geldin dedikten bir süre sonra- öğlen yemeğinden sonra- ne yaptılar biliyor musunuz? Çay yaptırıldılar. Sen yenisin aramızdaki en genç sensin hadi bakalım göster kendini dediler. Ben de öğrencilikten alışık olduğum için çay yapıp ikram ettim. Allah var meğer beni sınaşılar. Nasıl bu adam? Burnu büyüklük yapıp mühendisim ben yapmam mı diyecek yoksa alçak gönüllü mü? Diye. Neyse ilk sınavı geçmişim.

O dönemde Meteoroloji Genel Müdürlüğü merkez teşkilatı dahil, bölgelerde de Ziraat Mühendisleri çoğunlukta ve hakimiyetindeydi. Doğal olarak Antalya Bölge Müdürü de Ziraat Mühendisi, Bölge Müdür Yardımcısı Coğrafyacıydı. Antalya Klima İstasyonu Bölgede Sinoptik Antalya Meydandıydı. Ve beni de Antalya Meydan İstasyonuna görevlendirdiler. Meydan Müdürü genç ve çalışkan bir arkadaştı. Hemen ekiplere vermediler bir süre gündüzcü olarak gidip geldim. Tabi normal olarak o dönem de tüm rasatlar ve haritalar dijital değil doğrudan fiziki olarak yapılıyordu. Her saat termometre okumaya rasat parkına iniyor, haritalara rasatları tek tek oya işler gibi işleyip çiziyorduk.

Antalya Meydan İstasyonu o dönem pek çok yerde olduğu gibi Askeri havaalanının ve kulenin orta katında konuşlanmıştı. Uçuşlar genelde askeri pilotların uçuşu olup brifingler askerlere veriliyordu.

Antalya Uluslararası Hava limanı açıldığında hep birlikte yeni ve modern meydana ve modern binalara kavuştuk (1986-87). Tabii ben de nöbetlere girmeye ekipte yer almaya başladım. Mühendis diye hiç ayırım ve iltimas görmedim. Rasat yapmayı en tecrübeli Rasatçı olan rahmetli Y.C. abimizden harita çizimi ve yorumlamayı da yine en tecrübeli meslek lisesi mezunu ekip şefimiz (RD) öğrendim. Allah hepsinden razı olsun. Bu meslekte tecrübenin ne kadar kıymetli ve değerli bir bilgi olduğunu hiç unutmadım.

Aslında DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Mühendisi yanı sıra bizimle birlikte diğer mühendislik alanlarından da eleman alımı yaptı. O zamana kadar sınırlı sayıda olan yüksekokul mezunu sayısı hızla artmaya başladı. Fizik, Harita, Jeoloji, jeomorfoloj, İstatistik vb. okul mezunu arkadaşlarda bizimle aynı kaderi paylaştılar. Ne oldu biliyor musunuz?

Biz Meteoroloji Mühendisleri de sanki ilk kez meteoroloji bilimiyle tanışmış gibi "Temel Meteoroloji", "Sinoptik Meteoroloji" gibi meslek içi eğitimler tabii olduk. Meteoroloji nedir? Ne iş yapar? Ne bekleniyor? Sil baştan muhatap olduk. Ne yapalım oyunun kuralı o gün öyleydi ve bizler oyuna ayak uydurduk. Tabii ki her kurstan birincilikle mezun olan biz oluyorduk.

Antalya Meteoroloji Bölgede çalışırken Devlet Lisans okuluna gönderildim. Allah sebep olanlardan razı olsun. Ankara'da Gazi Üniversitesi bünyesindeki Devlet Memurları Yabancı Diller Yüksek okulunda 9 ay süreyle İngilizce kursuna katıldık. DMİ bünyesinden katılan başka arkadaşlarımız da vardı. Bu kurs sonrasında Antalya'dan ben, Yeşilköy (ŞB), Esenboğa (ME), ve merkezden (NG) ile Almanya'da, Almanya Meteoroloji Teşkilatı ve Frankfurt Hava Limanında 15 gün çalışma imkânı bulduk. Almanya hükümetinin bağışlayacağı onlar için eski bizim için yeni bir bilgisayar ünitesi hakkında bilgi aldık. Bu arada hemen belirteyim, Antalya'da göreve başladıktan birkaç ay sonra evlendim. Hem yeni evli olmak hem de nöbete girmek, kurs ve seminerler için sık sık eşini ve küçük çocuğunu

arkanda bırakıp gitmek pek de kolay olmuyordu. O zaman ne sağlık sistemi, ne ulaşım sistemi ne de haberleşme sistemi şimdiki gibi olmadığı gerçeğini de hatırlatmak isterim. Ailemizle telefonda konuşmak için saatlerce PTT ofisinde beklediğimiz günler olmuştur. O dönemleri bilen bilir.

Antalya Meydan'da çalışırken 6-7 sene sonra Bölge Müdürümüzün yanına bir vesile çıkıp konu geldiğinde "Ben artık ekip şefi olmak istiyorum" deme cesaretini gösterdim. Çünkü bunun bir kıstası yoktu babadan oğula gibi meslek lisesini bitirmiş sonra da başka bir yüksekokul mezunları tüm idari kadroları paylaştıkları bir dönemde ekip şefi dahi olmak çok zordu. Bölge Müdürümüz bana hak verdi ve ben de artık ekip şefi olarak görev almaya başlamıştım. Birkaç yıl böyle devam etti.

Ben ve benim gibi artık DMİ içinde yer etmeye başlayan meslektaşlarımdan artık idari görevlere talip olma zamanı gelmişti. Mevcut mevzuata göre en az 8 yıl çalışmış olma koşulunu sağlıyorduk. Bir gün (1991) zamanın Hava Tahminleri Daire Başkanı (SS) telefonda beni istedi ve "Namık bey bak sen dahil arkadaşlarınız idari görev istiyorsunuz ama önce bizim verdiğimiz görevleri yapın ardından bizde sizi bölge müdürü, Bölge Müdür Yardımcısı yapalım" dedi. Ben de tabii başkanım ne görev verdinizde yapmadık dedim. Beni Malatya Erhaç Meydan Meteoroloji Müdürü olarak düşündüklerini ben onların dediklerini yaparsam bir iki yıl sonra daha üst görevlere getirecekleri vaadinde bulundu.

O sıralarda Irak lideri Saddam Kuveyt'e çıkarma yapmış, körfez krizi denen olay başlamıştı. NATO'nun askeri üssü olan Erhaç'ta ABD'li ve diğer yabancı pilotlara yabancı dille brifing verilmesi konusunda sıkıntı yaşanmış ve acilen oraya lisan bilen bir mühendis istenmiş ve ben bu görev gönderiliyordum. Eşim ve ailemle görüşmeden mesleğimizin geleceğini düşünerek tamam kabul ediyordum dedim. Antalya Malatya arasında on sekiz saat süren yolculuğumuz boyunca eşimde çocuklarımda ağlaya ağlaya Malatya'nın yolunu tuttuk. Meslek aşkına buna da katlandık.

Malatya rahmetli Cumhurbaşkanı Turgut ÖZAL'ın memleketiydi. Çok güzel ve çok da sıcak kanlı misafirperver insanları vardı. Biz şehrin girişinde Meteorolojinin yeni bölge binası ve lojmanlarına yerleştik. Çalışanlar o yöre insanları oldukları için çok iyi anlaşıyordu. Allah var bizleri de bağrılarına bastılar ve mutlu günler geçirdik. Bölge Müdür ve Bölge Müdür Yardımcısı farklı meslekten olsalar da bana saygı duymaları ve değer vermeleri güç verdi. Erhaç Meydan İstasyonu şehirden 38 km uzakta bir yer ve ben ve ekip her gün bu yolu gidip geliyorduk.

Erhaç meydan İstasyonunda çalışan Ekip şefleri meslek lisesi mezunu ve meslekte epey tecrübeli camiada isim yapmış değerli isimlerdi. Onların arasında yer bulmak onlara idarecilik yapmak oldukça zor ama zevkli bir görevdi. Bu arada oranın askeri meydan olmasının yanı sıra NATO üssü olması, her gün körfez krizi nedeniyle erken saatte savaş harekât merkezinde gaz maskeleriyle birlikte brifing vermek işimizin bir parçası olmuştu. Körfez krizi sonrasında NATO askerleri gittiler de biz bize kaldık.

Askeri meydanların kaderi her şey askeri disiplinle yürütülür. Tüm kuralları onlar koyar siz uyarınız. Meteoroloji birimi ve çalışanları hava meydanlarında uçuşa destek olan görünmez kahramanlardır. Hava meydan komutanı benimle ilk tanıştığında söylediği ilk söz neydi biliyor musunuz? "Müdür sizin orası irtica yuvası olmuş, orayı temizlemeni bekliyorum!.."

Evet içerisi dağınık ve biraz çeki düzen verilmesi gerekiyordu. Bölge Müdürlüğümüzün ve arkadaşlarında desteğiyle kısa süre içinde iç düzende yerleşim alanlarında bir düzenleme yaptık ve yeni mobilyalarla yeni bir hava geldi istasyonumuza. Sayın paşa pek memnun olmazsa da herkesi memnun edecek bir yerleşim düzeni sağladık. Bu arada pek çok başka sorun yaşadık. Ki bence ibretlik olanı bir gün bizim servis uçuş kulesinin yanına kadar geldiğinden ortalığı pisletiyormuş bana kulenin altından taşının talimatıyla olan hadise oldu. Ben de tabi sayın paşam bana bu emri yazılı olarak verin ben de Genel Müdürlüğümüze sunayım biz Bölgeye

(Malatya'ya) taşınalım oradan size hizmet verelim" dedim. Bunun mümkün olmadığını bir saat dahi olsa rasatların aksaması uçuşların aksaması olduğunu biliyordu. Bir gün rasat vermedik mi onların işleri aksar ve görevlerini yapamazlardı. Tabi sonra da telefonla arayıp tamam tamam taşınmayın dedi.

Meteoroloji ve Meteoroloji camiası görünmez kahramanlardır. Ancak kıymetleri olmadıkları zaman anlaşılır. Hizmet sürekli verildiğinden öyle hale geliyor ki ne olacak canım herkes yapar. Hayır öyle değil hangi sektör olursa olsun Meteorolojik destek ve hizmet almak zorunda ve bizler mühendisler olarak o mesleğin o bilim dalının dinamolarıyız. Kıymetimizi bilelim ve ona göre davranalım.

Bana gelince Malatya Meteorolojide Bölge Müdür değişikliği oldu. Yine ve tabii ki siyaseten tercih yapıp başka bir meslekten insan müdür oldu. Bana orada bir kadro olmadığı anlaşıldığında üçüncü senem doluyordu. Ben de ailevi sebeplerden dolayı Konya'ya gelmem gerekiyordu. Tayin istedim, bana vaatlerde bulunanlar orada müdür kadroları dolu (Şube müdürü kadroları yeni ihdas ediliyordu onlarda dolmuş) Mühendis olarak atayalım dediler ben kabul etmedim. O dönemin Genel Müdürü (MÖ), sizlere buradan başka istikbal verecek yok, gitme dese de o dönem yeni kurulan Çevre Bakanlığı Konya İl Müdürlüğü emrine Mühendis olarak naklen geçmeyi tercih ettim.

Çevre Bakanlığı, Çevre ve Orman Bakanlığı ve nihayet Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde Mühendis, Şube Müdürü, İl Müdür Yardımcısı ve İl Müdürü görevlerinden sonra 2015 yılı Nisan ayında 33 yıl 5 aylık devlet memuru görevimden emekli oldum. Gönlüm Meteoroloji camiasından emekli olmaktı. Bir ara önceki meslektaşımız (MÇ) DMİ Genel Müdürü olduğunda o imkânı bulmuş, Konya'da boşalan idari kadroya talip olmuşum; ancak ne meslektaşımız sayın genel müdürün de siyaseten benim gücüm buna yetmedi. Çevre camiasında kaldım. Çevre camiası içinde Meteoroloji Mühendisi olarak var olmak ayrı bir yazı konusu istek olursa onu da ayrıca yazarım.

Şimdi Konya'da yeni kurulan Gıda ve Tarım Üniversitesinde tüm tecrübelerimi hem idari hem de teknik bilgi anlamında yeni nesillere aktarmaya devam ediyorum. Son yıllarda Meteoroloji Mühendisleri Odası Başkan ve Yönetim Kurulu üyelerinin beni anımsamalarıyla birlikte yeniden camiamıza hizmet etme (Konya oda İl Temsilcisi/ Tarım ve Orman Komisyonu Başkanı/Hava Kalitesi ve ÇED Komisyonu üyesi) imkânı bulduğum için mutluyum.

Yukarıdaki paylaşımlarım belki sıradan gelebilir, ancak eminim ki benim gibi eski dönemde Meteoroloji mühendisi olarak hayata tutunmak

isteyen meslektaşlarımda benzer olayları yaşamıştır. Şimdi gelinen nokta çok daha iyi ve çok daha rahat çalışma imkanı sunuyor. Genç meslektaşlarımda bu özel ve stratejik mesleğin değerini bilmeleri ve sahip çıkmalarını nerden nereye geldiğini anlamaları için yazdım. Yeni adıyla Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), İTÜ Meteoroloji Mühendisleri Bölümü ve Meteoroloji Mühendisleri Odası arasında var olan uyum ve çalışma azmi hem mesleğimize hem de ülkemize hayırlı işlere vesile olmasını dileğiyle Dünya Meteoroloji Gününüzü kutluyorum. Kalın sağlıklı



[Meteoroloji Mühendisleri Odası](#)



[Meteoroloji Mühendisleri Odası](#)



İrfan ERDİN

Meteoroloji Mühendisi

Hidroloji Komisyonu Üyesi

BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ YÖNTEMİYLE TAŞKIN DEBİLERİ HESABI

Özet

Proje taşkın çalışmalarında kullanılan yöntemlerden birisi de Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemidir. Proje alanı civarındaki Akım Gözlem İstasyonlarının (AGİ) gözlenmiş yılda anlık maksimum debilerinden faydalanılarak uygulanan istatistiksel bir yöntemdir.

Giriş

Proje taşkın debileri, sentetik yöntemlerden Rasyonel, Mockus, DSİ Sentetik, Snyder yöntemleri, istatistiksel yöntemlerden Noktasal Taşkın Frekans Analizi (NTFA), Bölgesel Taşkın Frekans Analizi (BTFA) yöntemleri kullanılarak hesaplanmaktadır. Burada BTFA yöntemiyle yinelenmeli taşkın debilerinin hesabı anlatılmıştır.

BTFA yönteminde, gözlenmiş yılda anlık maksimum debiler kullanıldığı için sentetik yöntemler ile hesaplanan debi sonuçları için de iyi bir mukayese imkânı sağlamaktadır.

Qt/Q2 Standardizasyon Faktörüne Göre, Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemiyle Yinelenmeli Taşkın Debileri Hesabı

BTFA yönteminde Q2 (2 yıl yinelenmeli debi) baz alınarak diğer yinelenmeli taşkın debileri hesaplanır. Genel formülü;

$$QT = Q2 \times (QT/Q2)$$

Q : Yinelenmeli debi

T : Yinelenme yılı; Q2: 2 yıllık yinelenmeli debi

Bu yöntemle taşkın debi hesabı için yapılacak çalışmalar aşağıda sırasıyla verilmiştir.

Öncelikle, proje alanı civarında, klimatolojik olarak farklı özellikte olmayan yakındaki AGİ'ler tespit edilmelidir. AGİ'lerin süresindeki yılda anlık maksimum debi değerleri kullanılmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken bir husus şudur. Eğer proje kesiti ana kol üzerinde yer alıyorsa ana kol üzerindeki akım gözlem istasyonlarının seçilmesi, yan kolda yer alan bir projede ise yan kollarda bulunan akım gözlem istasyonlarının seçilmesi, yöntemin sonuçları açısından daha sağlıklı sonuçlar vermektedir. Ayrıca 10 yıl ve üstünde gözlem periyodu olan akım gözlem istasyonları seçilmelidir. (DSİ Genel uygulama kabulü)

Seçilen AGİ'lerin yılda anlık maksimum debilerinin ekstrem dağılımları ve uygun olan dağılıma göre yinelenmeli taşkın debileri hesaplanmaktadır. Daha sonraki adımda QT/Q2 oranları hesaplanmaktadır.

1) Kullanılan AGİ'lerin QT/Q2 oranlarının aritmetik ortalaması alındıktan sonra, her bir akım gözlem istasyonunun yağış alanına karşılık Q2 debisinin log-log grafik kağıdına işaretlenerek uygun zarf eğrisi çizilir. Proje kesitinin yağış alanına karşılık gelen zarf eğrisinden okunan Q2 değeri, ortalama QT/Q2 standardizasyon oranları ile çarpılarak proje yeri yinelenmeli taşkın debiler hesaplanır. (Hidroloji Seminer Notları-2000, DSİ Genel Müdürlüğü Yayını)

Ekte BTFA Yöntemi ile taşkın debi hesabı kolay anlaşılabilir şekilde sırasıyla verilmiştir.

Örnek Uygulama İçin Açıklama

Örnek olarak 05 numaralı Gediz Havzasında 8 adet AGİ seçilmiştir. Bunlar D05A018 Nif Çayı Çiçekli, D05A026 Sarma Çayı Sarma, D05A035 İnderesi Güneşli, D05A043 Cemal Deresi Kayganlı, D05A044 Demirbüken Deresi Başlamış, D05A054 Delicedere Çamönü, D05A063 Armutlu Deresi Armutlu ve E05A025 Yiğitler Deresi Yiğitler AGİ' lerdir. Bu akım gözlem istasyonlarının gözlem periyodundaki yılda anlık maksimum debilerinin ekstrem dağılımları hesaplanmış ve en uygun dağılıma göre yinelenmeli taşkın debileri bulunmuştur. Örnek uygulamada kullanılan akım gözlem istasyonlarının bulduru haritası Şekil: 1' de, yılda anlık maksimum debileri ve ekstrem dağılımları hesabı sırasıyla Tablo: 2 ile Tablo: 9 arasında ve en uygun ekstrem dağılım grafiği Şekil: 2 ile Şekil: 9 arasında, akım gözlem istasyonlarının hesaplanan yinelenmeli debileri ve BTFA hesabı Tablo: 10' da, her akım gözlem istasyonunun yağış alanına karşılık Q2 yinelenmeli debileri log-log grafiği ve zarf eğrisi Şekil: 10' da, proje kesiti yinelenmeli taşkın debileri Tablo: 11' de verilmiştir.

Sonuç

- 1- Bölgesel Taşkın Frekans Analizi yöntemi gözlenmiş debi değerlerine göre hesaplandığı için güvenilir sonuçlar vermektedir. Diğer sentetik yöntemlerle hesaplanan yinelenmeli taşkın debilerinin mukayesesi açısından baz oluşturmaktadır.
- 2- Sentetik yöntemlerde kullanılacak eğri numarasının seçilmesinde de önemli ölçüde yardımcı olmaktadır. Çünkü, hesaplanan NTFA, BTFA yöntemleri ile sentetik yöntemlerle hesaplanan debiler arasında belirli bir uyum olmalıdır.
- 3- BTFA yönteminde kullanılan AGİ' lerin gözlem periyotları birbirine yakın olması ve uzun gözlem periyodunun olması çok daha güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlar.

KAYNAKÇA

- 2) DSİ Gn. Müd. Akım Yıllıkları
- 3) DSİ Gn. Müd. Gölet ve Baraj Planlama Raporları Bölüm-3 (Özel sektör projeleri Bölüm-4) "İklim ve Su Kaynakları" Bölümleri
- 4) Hidroloji Seminer Notları-2000 DSİ Gn. Müd. Yayını

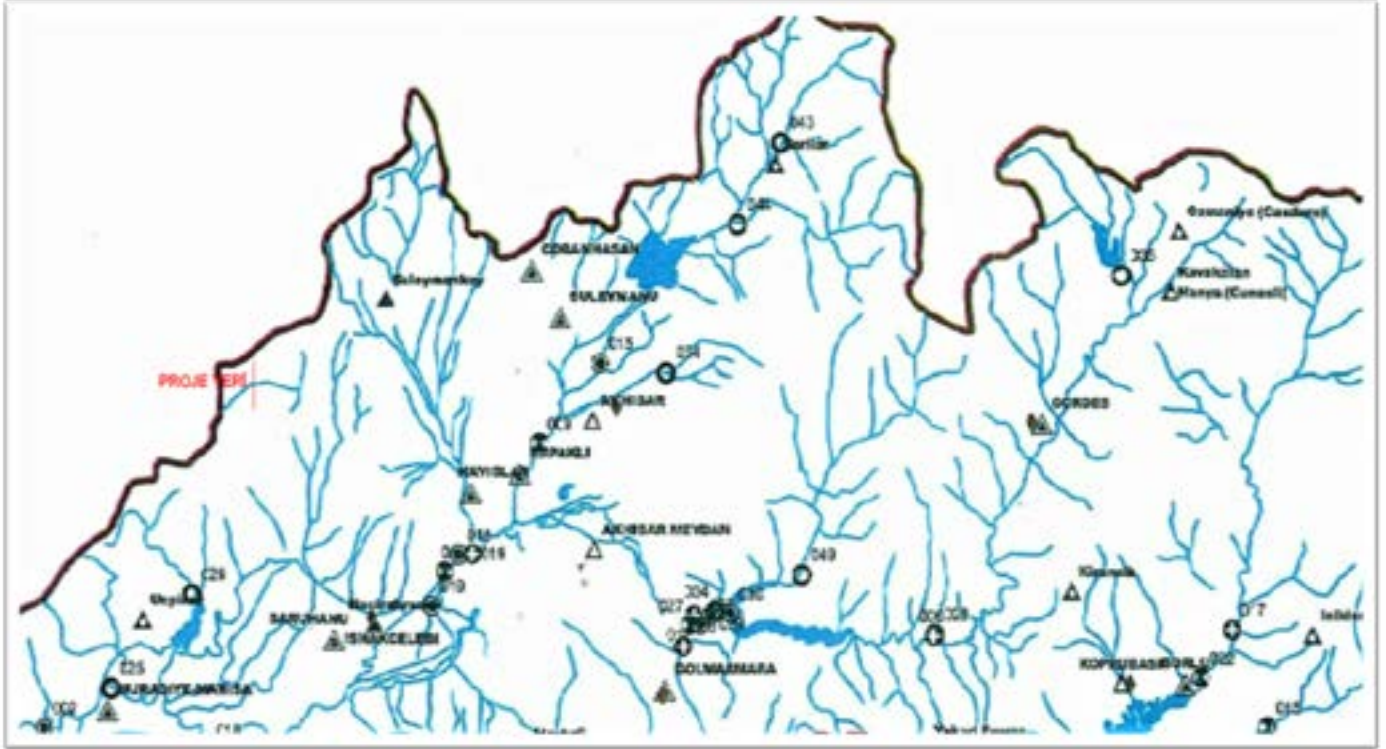


Meteoroloji Mühendisleri Odası



Meteoroloji Mühendisleri Odası

Şekil: 1 Örnek Uygulamada Kullanılan Akım Gözlem İstasyonlarının Bulduru Haritası
(05 No'lu Gediz Havzası-DSİ Gen. Müd. Akım Yıllıkları)



Tablo: 1 Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yönteminin Formüle Edilerek Gösterimi

AGİ	AGİ Adı	2	5	10	25	50	100	2	5	10	25	50	100
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s						
1	AGİ1	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
2	AGİ2	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
3	AGİ3	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
4	AGİ4	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
5	AGİ5	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
6	AGİ6	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
7	AGİ7	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
8	AGİ8	Q ₂	Q ₅	Q ₁₀	Q ₂₅	Q ₅₀	Q ₁₀₀	Q ₂ / Q ₂	Q ₅ / Q ₂	Q ₁₀ / Q ₂	Q ₂₅ / Q ₂	Q ₅₀ / Q ₂	Q ₁₀₀ / Q ₂
ORTALAMA								$\sum(Q_2/Q_2)/8$	$\sum(Q_5/Q_2)/8$	$\sum(Q_{10}/Q_2)/8$	$\sum(Q_{25}/Q_2)/8$	$\sum(Q_{50}/Q_2)/8$	$\sum(Q_{100}/Q_2)/8$

Tablo: 2 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

DÜSABİS NİF ÇAYI ÇİÇEKLİ AĞI ANLIK MAKSİMUM DEĞİRLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI									
Sıra No	Yıllar	Q Değerleri	Birlik	m(Q+1)	Sıra No	Yıllar	Q Değerleri	Birlik	m(Q+1)
m _s		m ³ /s	m ³ /s	%	m _s		m ³ /s	m ³ /s	%
1	1969	83,0	1,3	2,33	27	1995	19,7	34,0	62,79
2	1970	56,0	2,4	4,65	28	1996	12,5	34,1	65,12
3	1971	43,0	4,1	6,98	29	1997	60,7	34,1	67,64
4	1972	15,0	6,0	9,30	30	1998	34,1	35,0	69,77
5	1973	21,0	10,9	11,63	31	1999	71,5	37,0	72,09
6	1974	34,0	12,5	13,95	32	2000	17,8	45,0	74,42
7	1975	33,0	12,9	16,28	33	2001	---	46,1	76,74
8	1976	64,0	12,9	18,60	34	2002	49,9	48,0	79,07
9	1977	32,0	14,2	20,93	35	2003	17,8	49,9	81,40
10	1978	35,0	15,0	23,26	36	2004	14,2	56,0	83,72
11	1979	32,0	17,5	25,58	37	2005	17,8	60,7	86,05
12	1980	27,0	17,8	27,91	38	2006	48,0	64,0	88,37
13	1981	17,5	17,8	30,23	39	2007	2,4	64,0	90,70
14	1982	91,0	17,8	32,56	40	2008	12,9	71,5	93,02
15	1983	24,0	19,7	34,88	41	2009	34,1	85,0	95,35
16	1984	32,0	21,0	37,21	42	2010	46,1	91,0	97,67
17	1985	4,1	21,0	39,53	43	2011	24,9	---	---
18	1986	64,0	24,0	41,86	44	2012	24,9	---	---
19	1987	37,0	24,1	44,19					
20	1988	21,0	24,9	46,51					
21	1989	24,1	24,9	48,84					
22	1990	10,9	27,0	51,16					
23	1991	6,0	32,0	53,49					
24	1992	1,3	32,0	55,81					
25	1993	12,9	32,0	58,14					
26	1994	---	33,0	60,47					

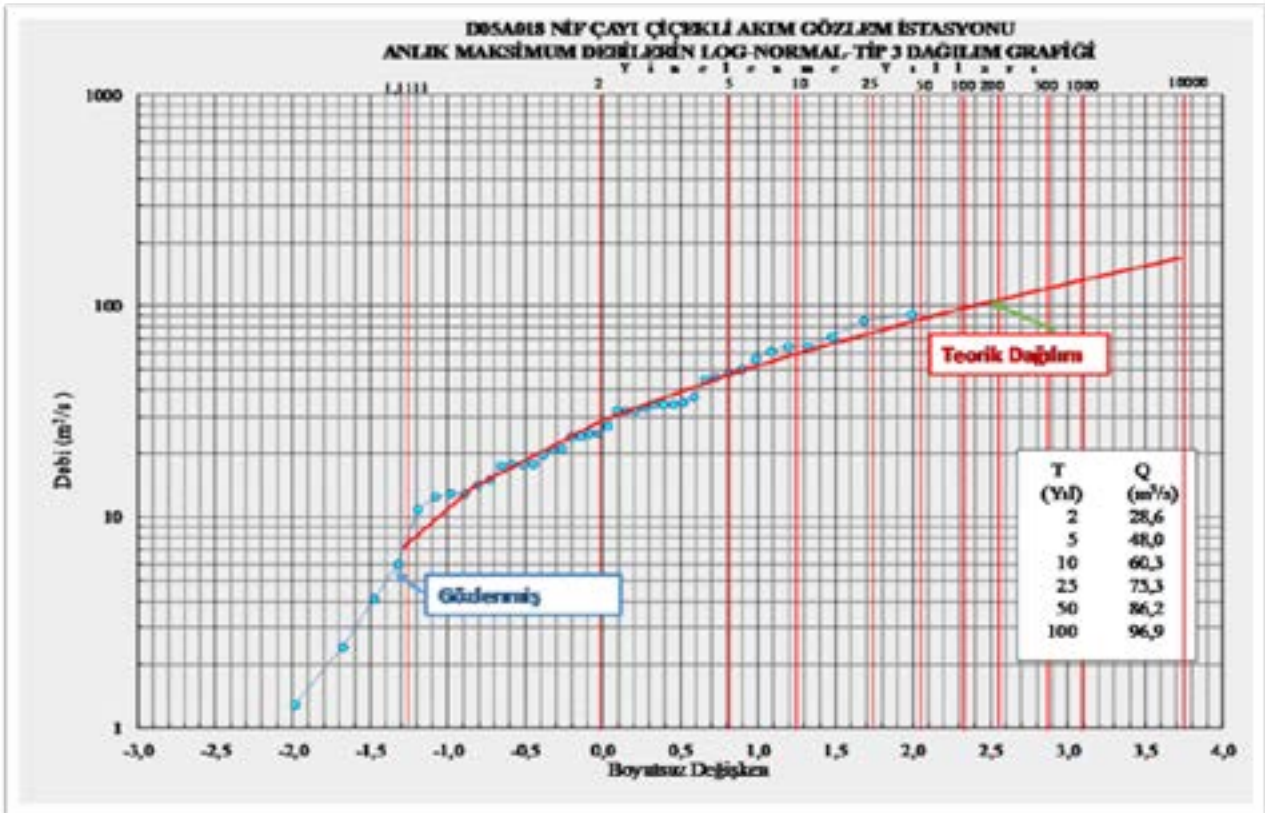
Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	31,76	49,97	79,49	69,64	76,19	82,09	87,45	93,95	
Log-Normal (2 Par.)	26,25	44,14	57,91	77,38	93,27	110,37	128,67	154,85	
Log-Normal (3 Par.)	28,63	47,98	60,25	75,27	86,15	96,85	107,40	121,24	****
Pearson Tip-3	28,23	48,17	60,75	75,94	86,72	97,09	107,18	118,95	
Log-Pearson Tip-3	28,62	50,28	61,68	72,41	78,22	83,61	85,84	89,56	
Gumbel	28,40	49,80	63,96	81,86	95,14	108,33	121,46	138,79	

DAĞILIMLARIN DETAYLİK PARAMETRELERİ	
Yıl Başarı	42
Lineer Çar. Kat.	0,997
Logaritmik Çar. Kat.	-1,281
Lineer Ortalama	31,764
Lineer Standart Sp.	21,631
Logaritmik Ort.	1,376
Logaritmik St. Sp.	0,387

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMÜLASYON-KORUMEGİBİRİCİLİK TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Teorik Qn	Ampirik Qn	Mak. Qn	Pi'deki Gözlem Değeri	Aralıklık Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,560	0,698	0,138	35,0	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,626	0,535	0,091	32,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,618	0,698	0,079	30,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	0,602	0,698	0,096	35,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	0,607	0,698	0,091	35,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,613	0,698	0,084	35,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Log - Normal (3 Parametrik) dağılım uygulanmıştır.

Şekil 2



Tablo: 3 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

DİSA026 SARMA ÇAYI SARMA ACI ANLIK MAKSİMUM DEĞİRLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI									
Sıra No	Yıllar	Q Değerleri	Sıra Q	m(N+1)	Sıra No	Yıllar	Q Değerleri	Sıra Q	m(N+1)
m _s		m ³ /s	m ³ /s	%	m _s		m ³ /s	m ³ /s	%
1	1970	53,0	2,3	2,33	27	1996	59,0	35,7	62,79
2	1971	48,0	2,8	4,65	28	1997	35,6	36,0	65,12
3	1972	91,0	6,0	6,98	29	1998	50,0	36,8	67,44
4	1973	24,0	6,7	9,30	30	1999	36,8	36,9	69,77
5	1974	23,0	16,2	11,63	31	2000	28,3	39,0	72,09
6	1975	39,0	18,0	13,95	32	2001	29,5	41,0	74,42
7	1976	28,0	18,1	16,28	33	2002	32,7	43,9	76,74
8	1977	20,0	19,0	18,60	34	2003	22,2	44,0	79,07
9	1978	41,0	20,0	20,93	35	2004	16,2	46,0	81,40
10	1979	36,0	20,0	23,26	36	2005	6,7	48,0	83,72
11	1980	18,0	22,2	25,58	37	2006	30,4	48,0	86,05
12	1981	48,0	22,7	27,91	38	2007	2,8	50,0	88,37
13	1982	44,0	23,0	30,23	39	2008	—	51,8	90,70
14	1983	19,0	24,0	32,56	40	2009	35,7	53,0	93,02
15	1984	46,0	24,5	34,88	41	2010	43,9	59,0	95,35
16	1985	6,0	25,0	37,21	42	2011	36,9	91,0	97,67
17	1986	25,0	28,0	39,53	43	2012	35,7		
18	1987	20,0	28,3	41,86	44	2013	51,8		
19	1988	32,0	29,5	44,19	45	2014	30,8		
20	1989	—	30,6	46,51	46	2015	18,1		
21	1990	31,9	30,8	48,84					
22	1991	22,7	31,9	51,16					
23	1992	2,3	32,0	53,49					
24	1993	—	32,7	55,81					
25	1994	28,5	35,6	58,14					
26	1995	—	35,7	60,47					

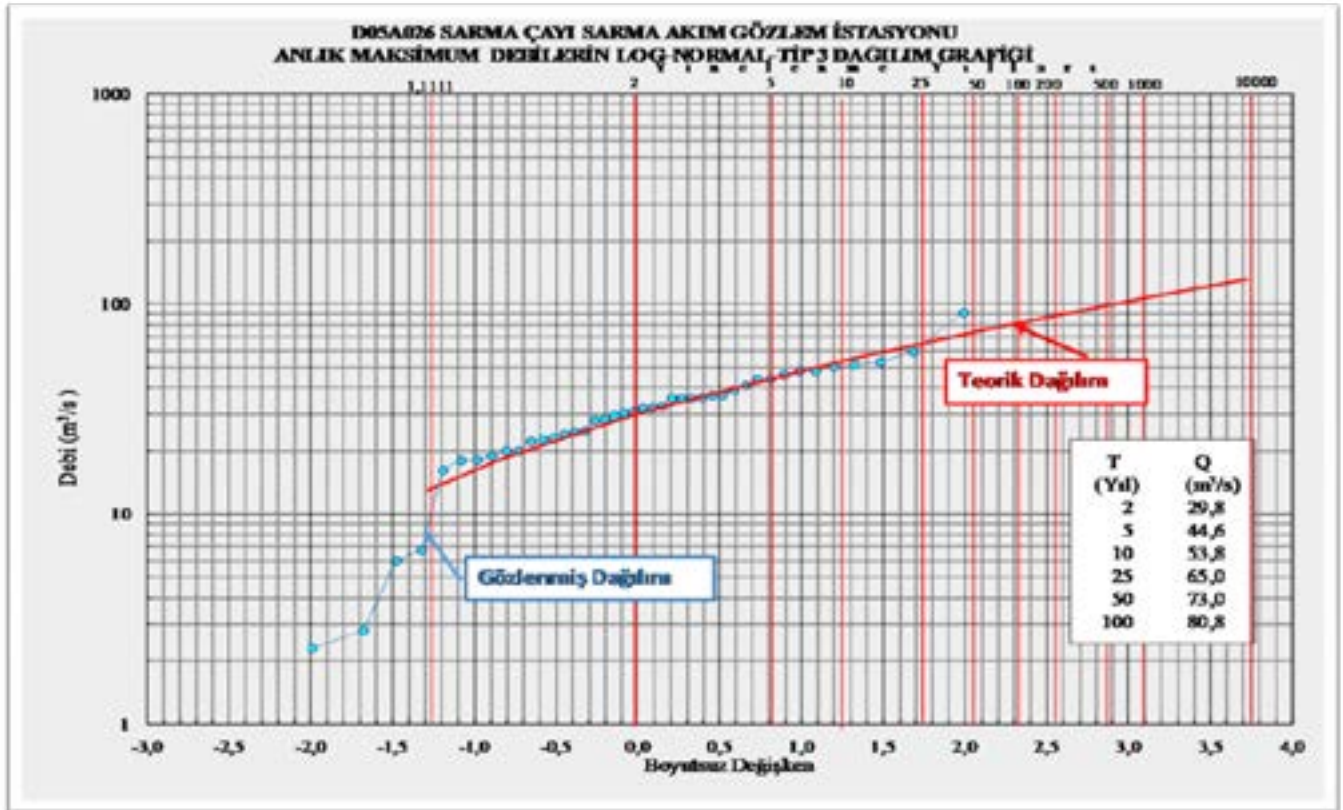
Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Etkisi
Normal Dağılım	32,03	45,93	53,21	60,97	65,97	70,47	74,58	79,54	
Log-Normal (2 Par.)	28,46	42,84	53,05	66,64	77,20	88,14	99,45	115,06	
Log-Normal (3 Par.)	29,83	44,61	53,83	64,97	72,97	80,76	88,40	98,35	****
Pearson Tip-3	29,58	44,73	54,16	63,38	73,31	80,90	88,23	96,80	
Log-Pearson Tip-3	32,72	47,80	53,18	56,79	58,21	58,98	59,41	59,87	
Gumbel	29,46	45,80	56,63	70,30	80,45	90,52	100,56	113,79	

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ	
Yıl Sayısı	47
Lineer Çar. Kat.	0,900
Logaritmik Çar. Kat.	-1,805
Lineer Ortalama	32,026
Lineer Standart Sp.	16,527
Logaritmik Ort.	1,425
Logaritmik St. Sp.	0,319

DAĞILIM TİPLERİNİN KİMLİKLENDİRMEYİ TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Teorik Q ₁	Ampirik Q ₁	Mak. Q ₁ / Ampr.	P _i deki Gözlem Değeri	Azulmukluk Yüzdeleri				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,616	0,698	0,082	36,9	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,678	0,581	0,096	35,60	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,028	0,093	0,065	6,71	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	0,027	0,093	0,066	6,71	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	1,514	0,977	0,537	91,00	Ret	Ret	Ret	Ret	Ret
Gumbel	0,216	0,140	0,076	18,00	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Log - Normal (3 Parametrel) dağılım uygundur.

Şekil 3



Tablo: 4 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

DÜSARIS İNDEKSİ GÜNEŞLİ ACI ANLIK MAKSİMUM DEBİLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI									
Sıra No	Yıl	Q Değeri	Brak Q	m ³ (N+1)	Sıra No	Yıl	Q Değeri	Brak Q	m ³ (N+1)
m ₁		m ³ /s	m ³ /s	%	m ₂		m ³ /s	m ³ /s	%
1	1984	11,0	1,3	4,00	27	2010	55,5		
2	1985	11,0	2,6	8,00	28	2011	22,1		
3	1986	—	5,2	12,00	29	2012	20,4		
4	1987	—	6,2	16,00					
5	1988	8,3	6,7	20,00					
6	1989	2,6	8,2	24,00					
7	1990	6,7	8,2	28,00					
8	1991	8,2	8,2	32,00					
9	1992	8,9	8,4	36,00					
10	1993	8,4	8,9	40,00					
11	1994	8,2	9,4	44,00					
12	1995	9,8	9,8	48,00					
13	1996	9,4	9,8	52,00					
14	1997	—	9,8	56,00					
15	1998	9,8	11,0	60,00					
16	1999	9,8	11,2	64,00					
17	2000	—	19,8	68,00					
18	2001	1,3	20,4	72,00					
19	2002	—	22,1	76,00					
20	2003	36,5	28,0	80,00					
21	2004	6,2	31,0	84,00					
22	2005	11,2	33,5	88,00					
23	2006	40,5	36,5	92,00					
24	2007	5,2	40,5	96,00					
25	2008	28,0							
26	2009	19,8							

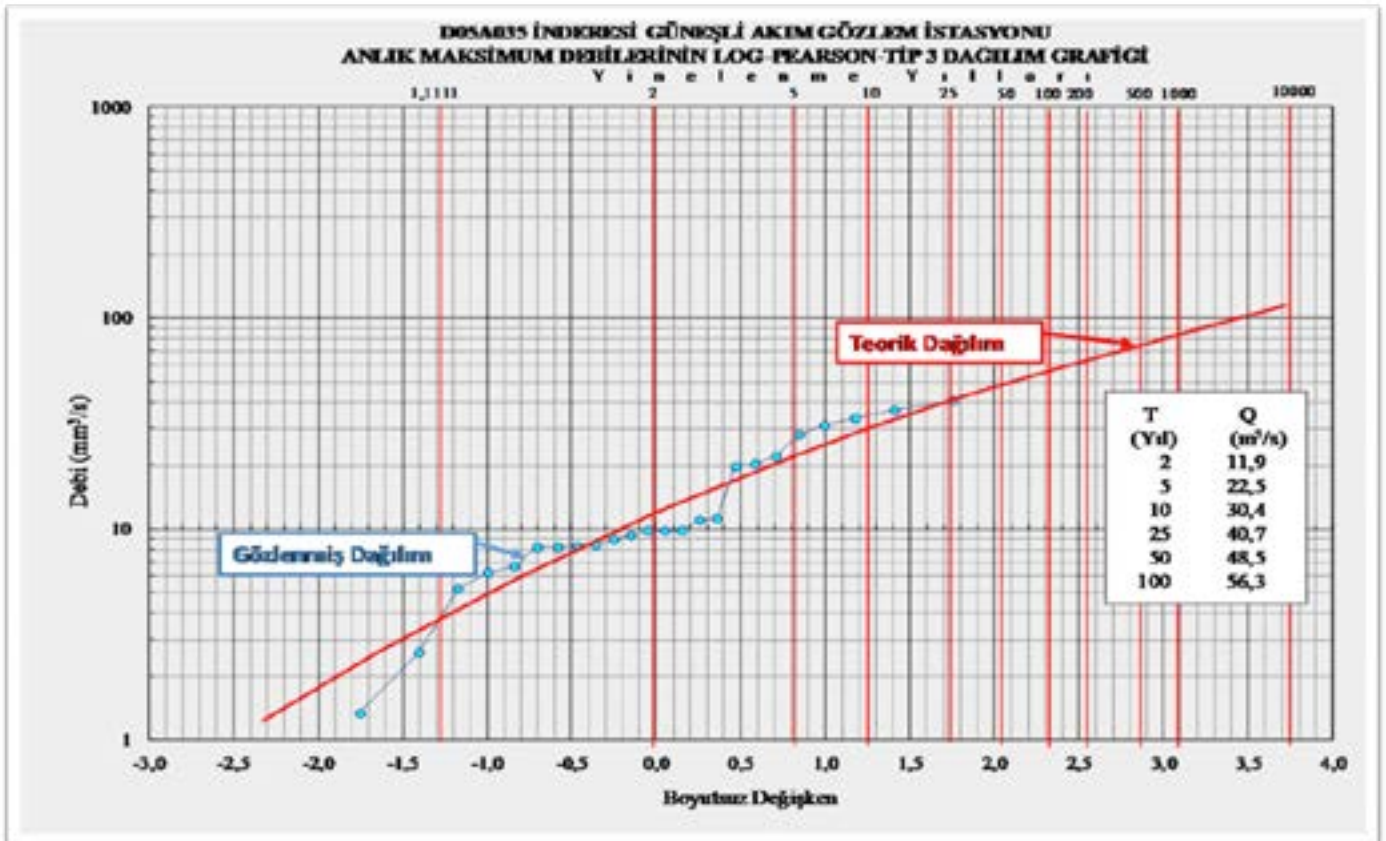
Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	14,87	24,35	29,32	34,62	38,03	41,11	43,91	47,30	
Log-Normal (2 Par.)	11,84	20,89	28,11	38,57	47,31	56,85	67,23	82,30	
Log-Normal (3 Par.)	13,19	23,28	29,71	37,62	43,37	49,04	54,65	62,02	
Pearson Tip-3	12,91	23,33	29,99	38,07	43,84	49,41	54,82	61,14	
Log Pearson Tip-3	11,89	22,53	30,39	40,72	48,53	56,33	64,08	74,28	****
Gümbel	13,17	24,94	32,73	42,58	49,88	57,13	64,35	73,88	

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ	
Yıl Sayısı	24
Lévy Çar. Kat.	1,862
Logaritmik Çar. Kat.	-0,483
Lévy Ortalama	14,867
Lévy Standart Sp.	11,280
Logaritmik Ort.	1,846
Logaritmik St. Sp.	0,338

DAĞILIM TİPİNİN SİMBİNOV-KOLMOGOROV TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Teorik Q ₂	Ampirik Q ₂	Mak. Q ₂ / Am	P _i İki Gözlem Değeri	Aksandık Fonksiyon				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,372	0,540	0,268	11,2	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,467	0,540	0,173	11,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,422	0,540	0,218	11,20	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	0,433	0,540	0,207	11,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log Pearson Tip-3	0,476	0,540	0,164	11,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gümbel	0,432	0,540	0,208	11,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Log - Pearson Tip - 3 dağılımı uygundur.

Şekil 4



Tablo: 5 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

D05A043 CEMAL DERESİ KAYGANLI AĞI ANLIK MAKSİMUM DEBİLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI				
Sıra No	Yıllar	Q Değerleri m ³ /s	Sıra Q m ³ /s	m(N+1) %
1	1991	15,1	1,30	4,00
2	1992	4,6	1,5	8,00
3	1993	7,1	4,6	12,00
4	1994	6,1	4,9	16,00
5	1995	20,4	5,8	20,00
6	1996	8,7	6,1	24,00
7	1997	11,5	7,1	28,00
8	1998	16,0	8,7	32,00
9	1999	14,5	8,9	36,00
10	2000	14,5	11,5	40,00
11	2001	1,5	14,2	44,00
12	2002	23,00	14,5	48,00
13	2003	4,92	14,5	52,00
14	2004	5,76	14,9	56,00
15	2005		14,9	60,00
16	2006	16,7	15,1	64,00
17	2007	1,5	16,0	68,00
18	2008	14,9	16,4	72,00
19	2009	17,1	16,7	76,00
20	2010	16,4	17,1	80,00
21	2011	8,9	19,6	84,00
22	2012	36,0	20,4	88,00
23	2013	14,9	23,0	92,00
24	2014	14,2	36,0	96,00
25	2015	19,6		

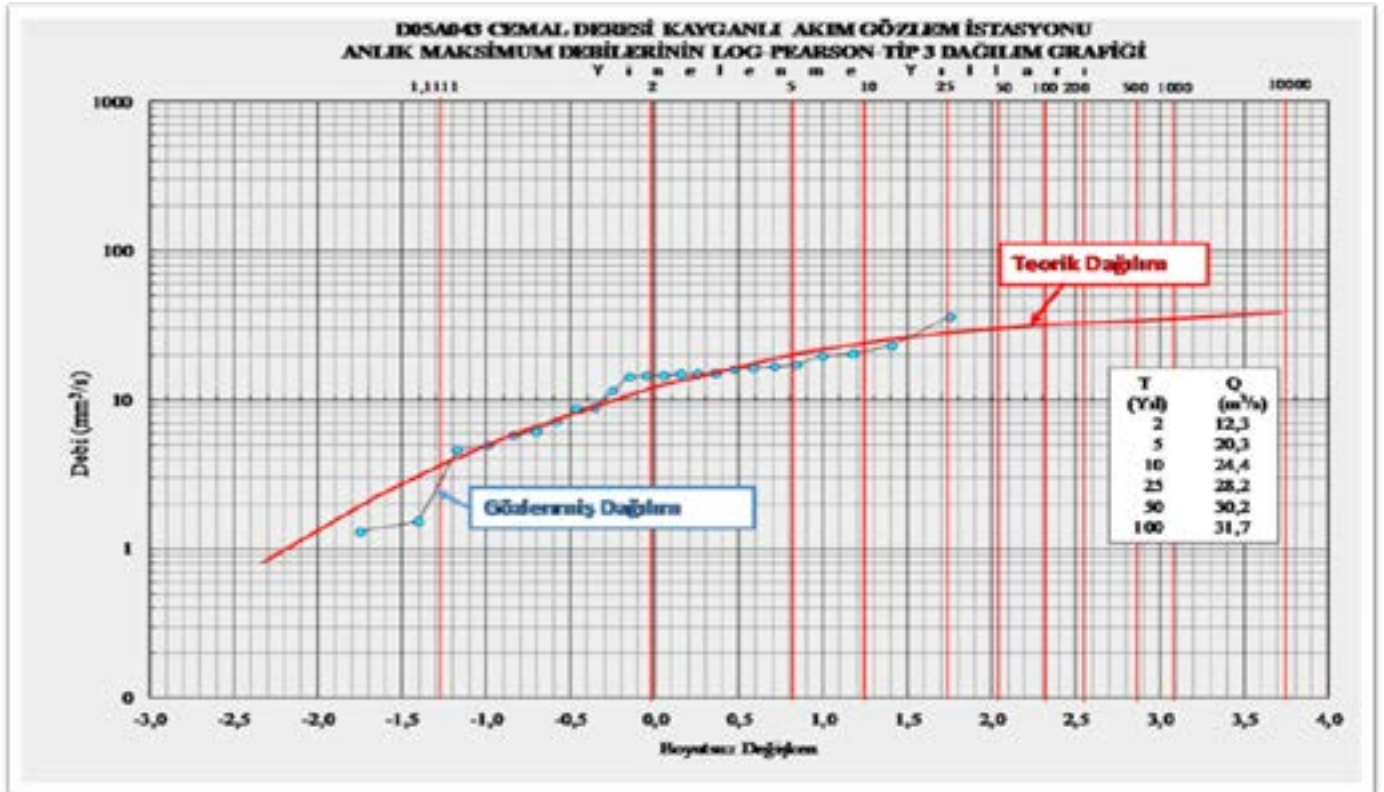
Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	13,07	19,57	22,97	26,60	28,94	31,04	32,96	35,28	
Log-Normal (2 Par.)	11,23	17,84	22,69	29,34	34,63	40,20	46,06	54,27	
Log-Normal (3 Par.)	12,09	19,00	23,27	28,39	32,05	35,60	39,06	43,56	
Pearson Tip-3	11,96	19,03	23,41	28,61	32,28	35,78	39,16	43,11	
Log-Pearson Tip 3	12,28	20,31	24,39	28,17	30,19	31,70	32,82	34,09	****
Gumbel	11,91	19,97	25,31	32,05	37,05	42,01	46,96	53,48	

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ	
Yıl Sayısı	24
Lineer Çar. Kat.	0,874
Logaritmik Çar. Kat.	-1,279
Lineer Ortalama	13,072
Lineer Standart Sp.	7,724
Logaritmik Ort.	1,017
Logaritmik St. Sp.	0,347

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMİRNOV-KOLMOGOROV TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Teorik Q _i	Ampirik Q _i	Mak. Q _i / Anon	Kritik Gözetim Değeri	Ardışıklık Yüzdeleri				
					0,10	0,25	0,50	0,75	0,99
Normal Dağılım	0,558	0,440	0,218	14,2	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,665	0,440	0,225	14,20	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,609	0,440	0,169	14,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	0,595	0,440	0,155	14,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	0,588	0,440	0,148	14,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,605	0,440	0,165	14,20	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT: Log - Pearson Tip - 3 dağılımı uygundur.

Şekil: 5



Tablo: 6 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

D05A044 DEMİRBÜKEN DERESİ BAŞLAMIS AKI ANLIK MAKSİMUM DEBİLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI				
Sıra No	Yıllar	Q Değerleri m ³ /s	Sıra Q m ³ /s	m(N±1) %
1	2001	3,11	1,92	7,69
2	2002	18,7	3,1	13,38
3	2003	12,8	7,0	23,08
4	2004	7,54	7,5	30,77
5	2005	6,98	8,9	38,46
6	2006	12,7	12,7	46,15
7	2007	1,92	12,8	53,85
8	2008	8,94	14,8	61,54
9	2009	—	15,1	69,23
10	2010	—	17,6	76,92
11	2011	—	17,9	84,62
12	2012	17,60	18,7	92,31
13	2013	15,10		
14	2014	14,80		
15	2015	17,9		

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	11,51	16,33	18,86	21,55	23,29	24,85	26,28	28,00	
Log-Normal (2 Par.)	10,30	15,31	18,84	23,50	27,10	30,81	34,64	39,89	
Log-Normal (3 Par.)	11,18	16,20	19,02	22,20	24,35	26,35	28,22	30,56	
Pearson Tip-3	11,89	16,41	18,96	20,71	22,01	23,12	24,10	25,28	****
Log-Pearson Tip-3	11,20	17,37	20,63	23,34	24,74	25,76	26,50	27,32	
Gumbel	10,71	17,32	21,70	27,23	31,33	35,40	39,46	44,81	

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ

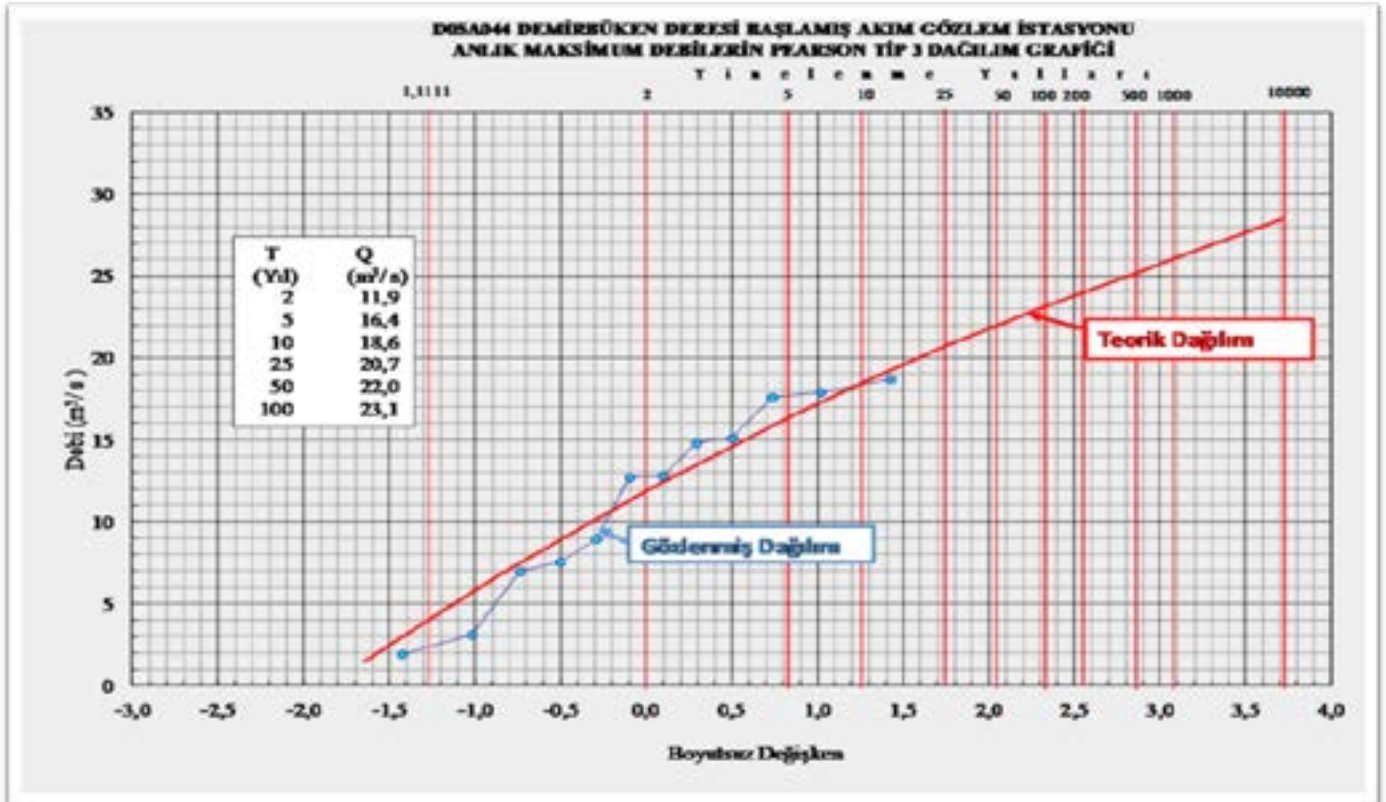
Yıl Sayısı	13
Lineer Çar. Kat.	-0,463
Logaritmik Çar. Kat.	-1,329
Lineer Ortalama	11,503
Lineer Standart Sp.	5,735
Logaritmik Ort.	0,982
Logaritmik St. Sp.	0,313

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMİRNOV-KOLMOGOROV TESTİNİN GÖRGE SONUÇLARI

Dağılım Tipi	Teorik Q	Ampirik Q	Maks. Q Farkı	P değeri Gözlem Değeri	Aşamalık Yüklere				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,582	0,462	0,121	12,7	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,672	0,462	0,210	12,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,944	0,977	0,867	1,92	Ret	Ret	Ret	Ret	Ret
Pearson Tip-3	0,704	0,462	0,092	12,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	0,584	0,462	0,122	12,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,611	0,462	0,149	12,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Pearson Tip - 3 dağılımı uygundur.

Şekil: 6



Tablo: 7(Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

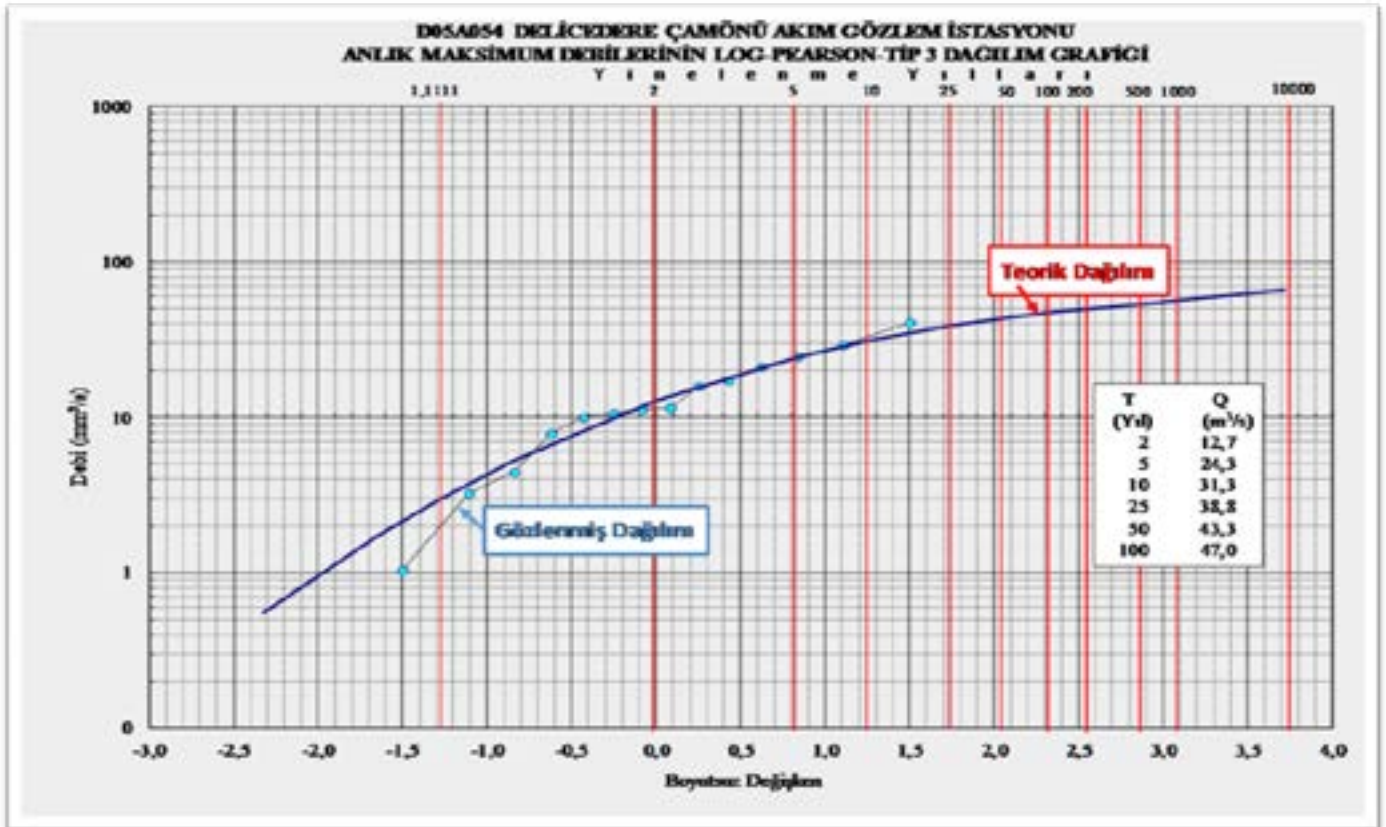
D05A054 DELİCEDERE ÇAMÖNÜ AĞILANLIK MAKSİMUM DEĞİRLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI														
Sıra No	Yıl	Q Değerleri m ³ /s	Sıra Q m ³ /s	m(N+1) %	Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
1	2001	3,23	1,0	6,67	Normal Dağılım	14,87	24,10	28,92	34,07	37,38	40,37	43,10	46,38	
2	2002	40,6	3,2	13,33	Log-Normal (2 Par.)	11,97	20,84	27,85	37,94	46,31	53,42	63,27	79,53	
3	2003	4,4	4,4	20,00	Log-Normal (3 Par.)	13,34	23,15	29,32	36,83	42,25	47,56	52,78	59,60	
4	2004	21,1	7,8	26,67	Pearson Tip-3	13,02	23,13	29,36	37,35	42,89	48,23	53,43	59,49	
5	2005	10,0	10,0	33,33	Log-Pearson Tip-3	12,70	24,31	31,32	38,77	43,28	47,01	49,98	53,51	****
6	2006	—	10,6	40,00	Gumbel	13,32	23,62	33,77	44,06	51,70	59,28	66,83	74,80	
7	2007	1,03	11,2	46,67										
8	2008	17,2	11,5	53,33										
9	2009	24,3	15,8	60,00										
10	2010	29,3	17,2	66,67										
11	2011	10,60	21,10	73,33										
12	2012	11,20	24,50	80,00										
13	2013	11,50	29,30	86,67										
14	2014	7,82	40,60	93,33										
15	2015	15,80												

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ	
Yıl Sayısı	14
Lineer Çar. Kat.	1,033
Logaritmik Çar. Kat.	-1,031
Lineer Ortalama	14,874
Lineer Standart Sp.	10,960
Logaritmik Ort.	1,030
Logaritmik St. Sp.	0,420

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMİRNOV-KOLMOGOROV TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Tessik Q8	Asimetrik Q8	Mak. Q8 Oran	T% deki Gözlem Değeri	Anlaşılabilir Yüzdeleri				
					0,10	0,25	0,50	0,75	0,99
Normal Dağılım	0,379	0,533	0,154	11,3	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,064	0,200	0,136	4,40	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,427	0,533	0,107	11,50	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	0,439	0,533	0,094	11,50	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	0,418	0,533	0,085	9,96	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,441	0,533	0,093	11,50	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Log - Pearson Tip - 3 dağılımı uygundur.

Şekil: 7



Tablo: 8 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

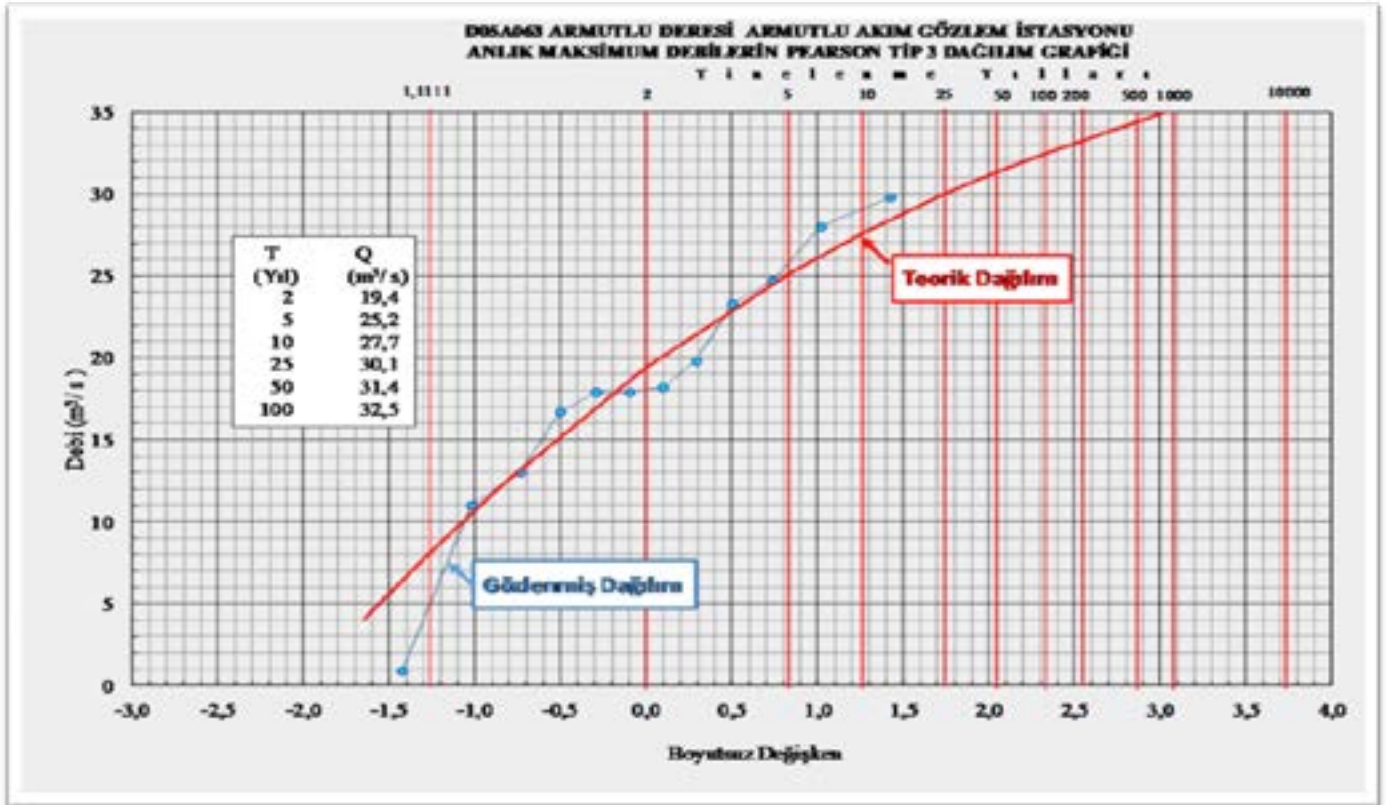
D05A063 ARMUTLU DERESİ ARMUTLU AĞI ANLIK MAKSİMUM DEĞİRLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI														
Sıra No	Yıllar	Q Değerleri m ³ /s	Sıra No	m(N±1) %	Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
1	2004	17,90	0,90	7,69	Normal Dağılım	18,43	23,06	28,52	32,21	34,60	36,74	38,70	41,06	
2	2005	16,70	11,00	15,38	Log-Normal (2 Par.)	16,95	23,92	28,64	34,71	39,29	43,92	48,62	54,98	
3	2006	29,80	13,00	23,08	Log-Normal (3 Par.)	17,64	24,64	28,82	33,72	37,13	40,40	43,54	47,55	
4	2007	0,90	16,70	30,77	Pearson Tip-3	19,38	28,18	27,70	30,05	31,39	32,48	33,39	34,48	***
5	2008	11,00	17,90	38,46	Log-Pearson Tip-3	21,59	27,36	28,16	28,25	28,39	28,41	28,41	28,41	
6	2009	28,00	17,90	46,15	Gumbel	17,34	26,41	32,42	40,00	45,63	51,22	56,79	64,14	
7	2010	24,70	18,20	53,85										
8	2011	17,90	19,80	61,54										
9	2012	18,20	23,30	69,23										
10	2013	23,30	24,70	76,92										
11	2014	13,00	28,00	84,62										
12	2015	19,80	29,80	92,31										

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ	
Yıl Sayısı	12
Lineer Çar. Kat.	-0,729
Logaritmik Çar. Kat.	-2,881
Lineer Ortalama	18,434
Logaritmik Or.	7,870
Logaritmik St. Sp.	1,173
Logaritmik St. Sp.	0,404

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMERNOV-KOLMOGOROV TESTİNE GÖRE SONUÇLARI									
Dağılım Tipi	Teorik Qs	Ampirik Qs	Maks. Qs Aras.	F% deki Gözlem Değeri	Ardışıklık Yüneleri				
					0,10	0,25	0,50	0,75	0,99
Normal Dağılım	0,413	0,308	0,105	16,7	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (2 Par.)	0,485	0,308	0,178	16,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Normal (3 Par.)	0,975	0,077	0,898	0,90	Ret	Ret	Ret	Ret	Ret
Pearson Tip-3	0,522	0,615	0,094	19,80	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log-Pearson Tip-3	1,072	0,923	0,148	29,80	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,472	0,308	0,164	16,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Pearson Tip - 3 dağılım uygundur.

Şekil: 8



Tablo: 9 (Q değerleri DSİ Akım Yıllıklarından alınmıştır)

KİSİRSİZ YİĞİTLER DİĞERSİZ YİĞİTLER AĞI ANLIK MAKSİMUM DEĞİRLERİN EKSTREM DAĞILIMLARI

Sıra No	Yıllar	Q Değeri	Sıra No	Yıllar	Q Değeri
1	1975	17,3	27	2001	4,2
2	1976	14,0	28	2002	44,0
3	1977	28,0	29	2003	20,0
4	1978	28,6	30	2004	17,3
5	1979	40,0	31	2005	10,9
6	1980	13,0	32	2006	17,8
7	1981	46,0	33	2007	1,9
8	1982	153,0	34	2008	8,4
9	1983	20,0	35	2009	18,2
10	1984	32,5	36	2010	24,0
11	1985	20,0	37	2011	10,7
12	1986	11,3	38	2012	15,4
13	1987	31,0	39	2013	21,5
14	1988	11,9	40	2014	12,0
15	1989	5,3	41	2015	17,5
16	1990	27,0			
17	1991	17,9			
18	1992	2,0			
19	1993	9,6			
20	1994	5,0			
21	1995	13,7			
22	1996	16,0			
23	1997	13,0			
24	1998	19,2			
25	1999	44,0			
26	2000	6,1			

Dağılım Tipi	2	5	10	25	50	100	200	500	Kabul Edilen
Normal Dağılım	22,66	42,75	53,25	64,46	71,69	78,19	84,13	91,29	
Log Normal (2 Par.)	15,60	32,28	47,31	70,83	92,01	116,44	144,34	187,06	****
Log Normal (3 Par.)	15,65	32,65	47,66	71,18	92,68	116,06	143,28	184,70	
Pearson Tip-3	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	
Log-Pearson Tip-3	17,37	33,49	45,62	61,88	74,37	86,97	99,68	116,48	
Gumbel	18,95	42,61	58,27	78,06	92,75	107,32	121,84	141,00	

Lineer dağılım katman -3 kullanılmıyorsa 3 kullanılmıyorsa dağılım Pearson Tip-3 dağılımı kullanılmamalıdır.

DAĞILIMLARIN İSTATİSTİK PARAMETRELERİ

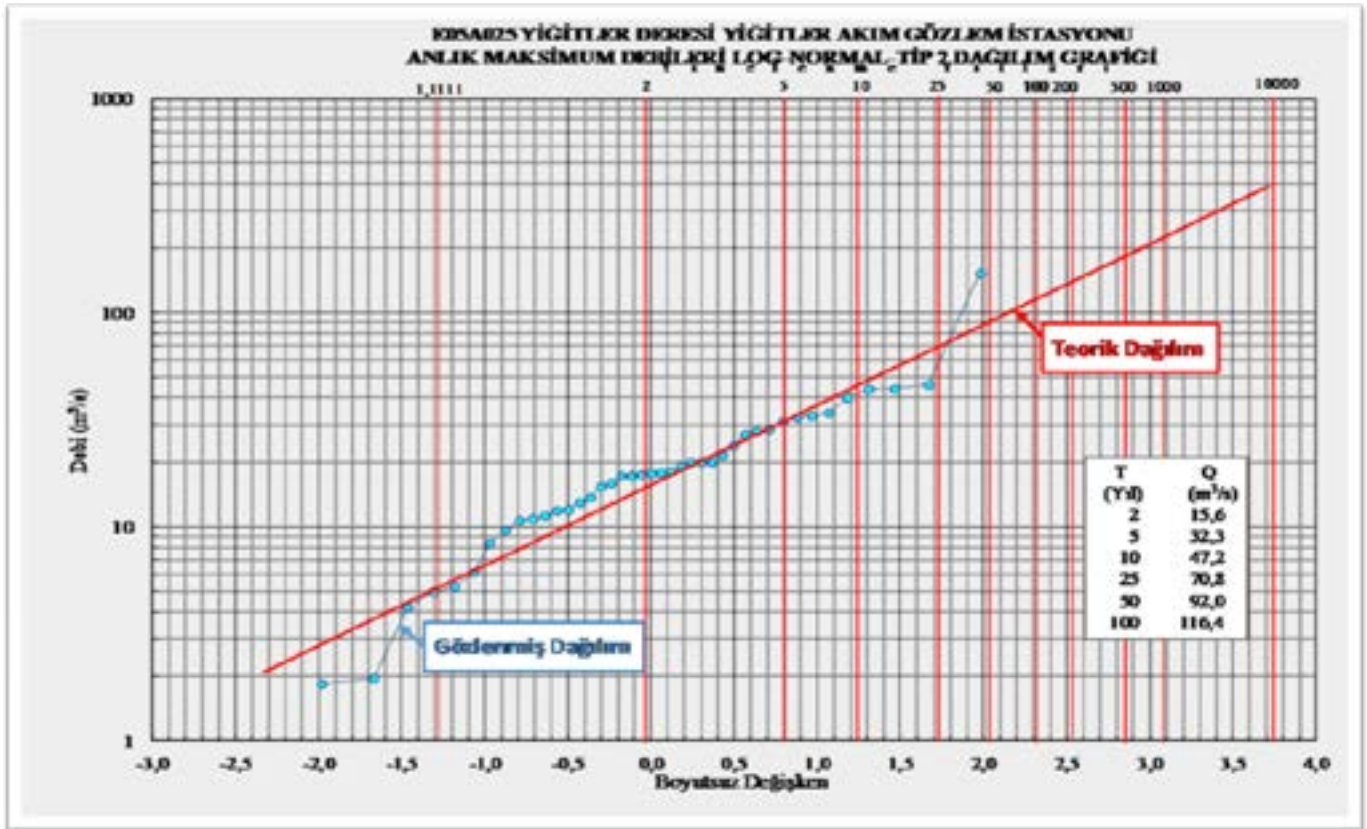
Yıl Sayısı	41
Lineer Çar. Kat.	4,253
Logaritmik Çar. Kat.	-0,451
Lineer Ortalama	22,660
Lineer Standart Sp.	23,870
Logaritmik Ort.	1,213
Logaritmik St. Sp.	0,365

DAĞILIM TİPLERİNİN SİMİRNOV-KOLMOGOROV TESTİNE GÖRE SONUÇLARI

Dağılım Tipi	Teorik Qn	Ampirik Qn	Mak. Qn	Pn deki Gözlem Değeri	Azulmahlık Yıllaklığı				
					0,80	0,85	0,90	0,95	0,99
Normal Dağılım	0,476	0,643	0,187	20,0	Ret	Ret	Ret	Kabul	Kabul
Log Normal (2 Par.)	0,548	0,429	0,119	17,30	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Log Normal (3 Par.)	0,336	0,214	0,122	10,70	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Pearson Tip-3	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0	-3<C<0
Log-Pearson Tip-3	1,148	0,976	0,172	153,00	Ret	Kabul	Kabul	Kabul	Kabul
Gumbel	0,207	0,024	0,184	1,85	Ret	Ret	Kabul	Kabul	Kabul

NOT : Log - Normal (2 Parametrel) dağılım uygundur.

Şekil: 9

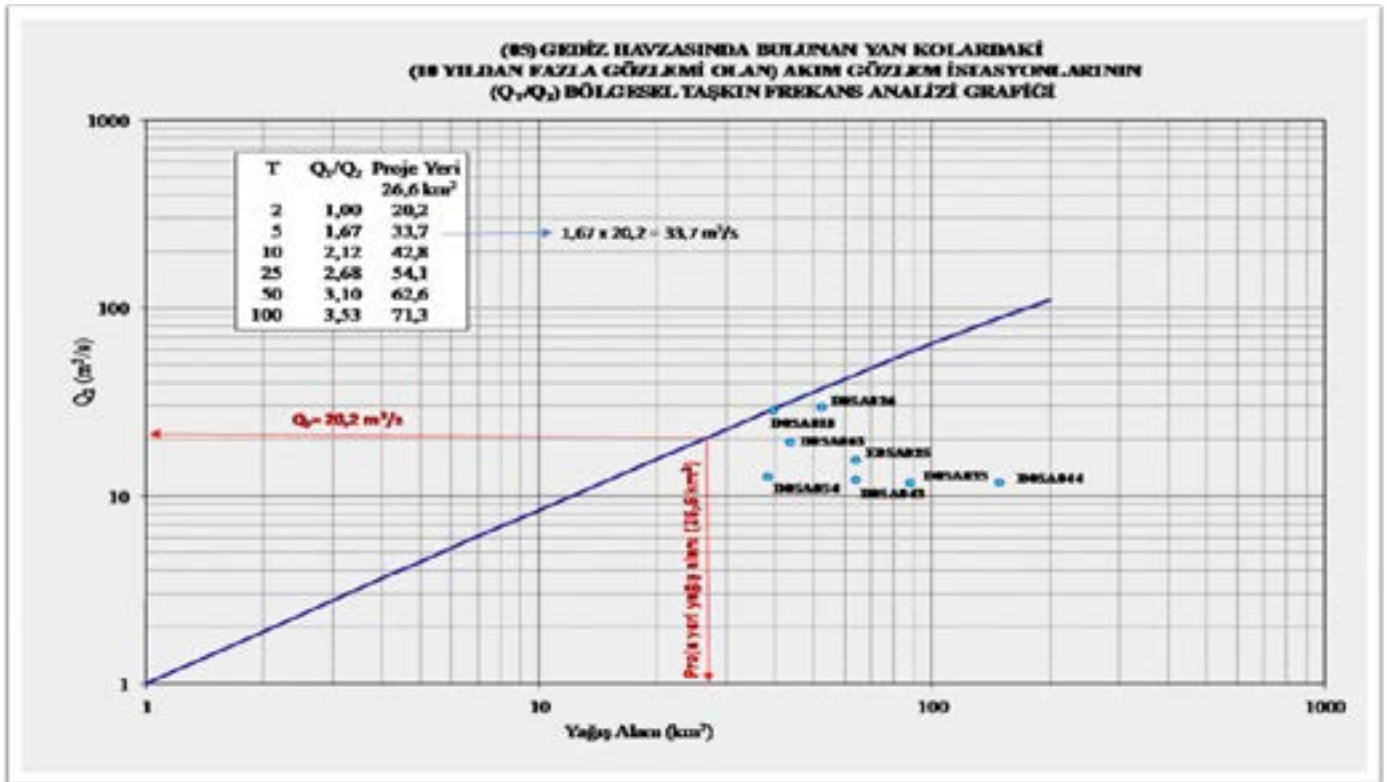


Tablo: 10

89 GEDİZ HAVZASINDA BULUNAN (10 YILDAN FAZLA GÖZLEM OLAN) AKIM GÖZLEM İSTASYONLARININ (QT / Q2) STANDBARDİZASYON EAKT ÖRÜNÜNE GÖRE HESAPLANAN BÖLGESEL TAŞKIN FREKANS ANALİZİ																		
Sıra No	ACE No	ACE Adı	Yağış Alanı km ²	Gözetim Sayısı (yıl)	Q _{max} m ³ /s	Q ₂ m ³ /s	Q ₅ m ³ /s	Q ₁₀ m ³ /s	Q ₂₅ m ³ /s	Q ₅₀ m ³ /s	Q ₁₀₀ m ³ /s	Uygun Değerler Tipi	Q ₂ / Q ₅	Q ₅ / Q ₁₀	Q ₁₀ / Q ₂₅	Q ₂₅ / Q ₅₀	Q ₅₀ / Q ₁₀₀	
1	INSAB18	NiğÇ. Çiğdemli	29,5	42	91,0	28,6	48,0	60,2	75,3	86,2	95,8	LN3	1,00	1,68	2,10	2,63	3,01	3,38
2	INSAB26	Sarın Ç. Sarın	72,3	42	91,0	29,8	44,6	53,8	65,0	73,0	80,8	LN3	1,00	1,50	1,80	2,18	2,45	2,71
3	INSAB35	İkinci Günepli	88,0	24	40,5	11,9	22,5	30,4	40,7	48,5	56,3	LP3	1,00	1,90	2,56	3,42	4,08	4,74
4	INSAB43	Cemal D. Keçenli	64,0	24	36,0	12,3	20,3	24,4	28,2	30,2	31,7	LP3	1,00	1,66	1,99	2,30	2,46	2,59
5	INSAB44	Demirören D. Başlangıç	148,0	12	18,7	11,9	16,4	18,6	20,7	22,0	23,1	P3	1,00	1,38	1,56	1,74	1,85	1,94
6	INSAB54	Delicekaya Çamolu	38,1	14	40,6	12,7	24,3	31,3	38,8	43,3	47,0	LP3	1,00	1,91	2,47	3,05	3,41	3,70
7	INSAB63	Amaslı D. Amaslı	43,5	12	29,8	19,4	25,2	27,7	30,1	31,4	32,5	P3	1,00	1,30	1,43	1,55	1,62	1,68
8	INSAB25	Yığılca D. Yığılca	64,0	41	153,0	15,6	32,3	47,2	70,8	92,0	116,4	LN2	1,00	2,07	3,01	4,54	5,90	7,46
O R T A L A M A													1,00	1,67	2,12	2,68	3,10	3,53

NOT: Log-Normal 3 LP3; Log-Pearson 3 P3; Pearson 3 LN2; Log-Normal 2

Şekil: 10



Tablo: 11 Bölgesel Taşkın Frekans Analizi Yöntemiyle Hesaplanan Yinelenmeli Taşkın Debileri

Yinelenme Yılı	Ortalama (Q_1/Q_2)	BTFA ile Hesaplanan Yinelenmeli Taşkın Debileri (m^3/s) (Yağış Alanı $26,6 km^2$)
2	1,00	20,2
5	1,67	33,7
10	2,12	42,8
25	2,68	54,1
50	3,1	62,6
100	3,53	71,3

Not: Şekil: 10' dan, proje yeri yağış alanına karşılık okunan $Q_2 = 20,2 m^3/s$ debi değeri ortalama Q_1/Q_2 oranları ile çarpılmıştır.



Meteoroloji Mühendisleri Odası



1.Sayı Temmuz 2020



2.Sayı Ağustos 2020



3.Sayı Eylül 2020



4.Sayı Ekim 2020



5.Sayı Kasım 2020



6.Sayı Aralık 2020



7.Sayı Ocak 2021



8.Sayı Şubat 2021



9.Sayı Mart 2021