



Derleme Makalesi /Review Article

Metropol Şehirlerde İçme Suyu Temini: Ankara Örneği Drinking Water Supply in Metropolitan Cities: Ankara Example

Volkan YAVUZ^{1,*}, Ahmet KILIÇ¹, Muhammed ERCAN²

¹Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

²Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi Planlama Koordinasyon ve Dış İlişkiler Dairesi Başkanlığı, Ankara, Türkiye

Öz

Bilindiği üzere su yüzyıllardır tüm canlıların hayat kaynağı olmuş ve özellikle sanayi devrimi ile birlikte kaynakların kirlenmesi ve kullanımın artması nedeniyle su kıtlığı insan hayatını tehdit eder hale gelmiştir. Son yıllarda iklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki baskısının da artmasıyla su arzını sağlayan yöneticilerin bu konuda gelecek planları yapması ve buna göre alternatif su kaynaklarını tespit ederek kesintisiz ve güvenli su arzını devam ettirmesi zorunlu hale gelmiştir. Çalışmamızda Ankara ili metropol şehrinde içme suyu arzı ile ilgili nüfus projeksiyonları hazırlanmış ve uzun vadede 30 yıllık bir çalışma yapılarak, 2030, 2040 ve 2054 yıllarındaki nüfus artışları ile su ihtiyaçları hesaplanmıştır. Yapılan çalışmalarla metropol kentin en önemli ilçelerinden olan Çankaya ve Etimesgut ilçelerindeki nüfus ve ASKİ aboneliklerinde 2013-2019 döneminde dikkate değer bir değişiklik olmadığı, konutlarda kişi başına düşen su tüketiminin yaklaşık 120 litre/kişi/gün seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. 2030 yılında bu rakamın 127 litre/kişi/gün, 2040 yılında 130 litre/kişi/gün ve 2054 yılında ise 133 litre/kişi/gün olacağı tahmin edilmektedir. Bahçeli konutların daha fazla olduğu ilçelerdeki tüketimin yaklaşık olarak %35-40 oranında daha fazla olabildiği görülmüştür. Ankara metropol kent merkezi için hamsu ihtiyacı 2030 yılı için 630,65 hm³/yıl, 2040 yılı için 687,65 hm³/yıl, 2054 yılı için ise 806,62 hm³/yıl olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak metropol kent için mevcut kaynakların potansiyelinin 577,82 hm³/yıl olduğu düşünülürse; 2030 yılı için hamsu ihtiyacının 52,18 hm³/yıl, 2040 yılı için 109,83 hm³/yıl ve nihai projeksiyon yılında (2054) ise toplam metropol kent su açığının 228,8 hm³/yıl olduğu tespit edilmiştir.




Anahtar Kelimeler: Su, Nüfus, Kaynak, Ankara, Arıtma

Abstract

Water has been the source of life for all living things for centuries, and especially with the industrial revolution, water scarcity has become a threat to human life due to the pollution of resources and increased use. As the pressure of climate change on water resources has increased in recent years, it has become mandatory for managers who provide water supply to make future plans in this regard and to maintain uninterrupted and safe water supply by identifying alternative water sources accordingly. In our study, population projections regarding drinking water supply in the metropolitan city of Ankara were prepared and a long-term 30 year study was conducted to calculate population increases and water needs in 2030, 2040 and 2054. Studies have shown that there was no significant change in the population and ASKİ subscriptions in Çankaya and Etimesgut districts, one of the most important districts of the metropolitan city, in the 2013-2019 period, and that water consumption per capita in residences was approximately 120 liters/person/day. It is estimated that this figure will be 127 liters/person/day in 2030, 130 liters/person/day in 2040, and 133 liters/person/day in 2054. It has been observed that consumption in districts with more houses with gardens can be approximately 35-40% higher. The raw water need for Ankara metropolitan city center has been determined as 630.65 hm³/year for 2030, 687.65 hm³/year for 2040, and 806.62 hm³/year for 2054. As a result, considering that the potential of existing resources for the metropolitan city is 577.82 hm³/year; It was determined that the raw water needs for 2030 was 52.18 hm³/year, for 2040 it was 109.83 hm³/year, and in final projection year (2054), the total metropolitan city water deficit was 228.8 hm³/year.

Keywords: Water, Population, Resource, Ankara, Purification

İletişim adresi/Address for Correspondence:

Volkan YAVUZ ; 000-0003-1193-7870, Ahmet KILIÇ ; 0000-0003-2734-8544, Muhammed ERCAN ; 0000-0003-4784-6006

Adres: Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çevre Bilimleri Anabilim Dalı, Aksaray, Türkiye

Email: volkan.yavuz@aski.gov.tr

Telefon: +90 536 458 15 35

Geliş Tarihi/Received:30 Haziran 2024. Kabul Tarihi/Accepted:15 Temmuz 2024. Çevrimiçi Yayın/Published Online:31 Ağustos 2024.

GİRİŞ

İnsan hayatının devamlılığı ve doğa için vazgeçilmez birinci kaynak sudur. Su, dünya üzerinde insan varlığının ilk anından beri medeniyetler su kaynaklarının çevresinde kurulmuş ve sosyal ve ekonomik yönüyle yaşamın vazgeçilmez kaynağı olmuştur. 20. Yüzyılın ikinci yarısına yani sanayileşmenin başlamasına kadar daha çok sosyal yönü ile ağırlıklı bir rol oynayan su, özellikle 21.yüzyıldan sonra başlayarak günümüzde ekonomik olarak da önem kazanmıştır. Suyun sosyal değerinden çok ekonomik değeri çalışmalarda daha fazla öne çıkmaktadır¹. 2000’li yıllardan sonra su kaynaklarının bilinçsiz kullanımı ve özellikle iklim değişikliğinin son yıllarda ciddi bir hızlanma göstermesi ile su kıtlığı ve tasarruf önlemleri konuşulmuştur. Su kaynaklarının efektif kullanımı ve doğru bir planlama yapılması ile suyun yönetimi konuları özellikle nüfus artışı, sanayileşmenin hızlanması ve tarımsal sulama ihtiyaçlarındaki değişimle birlikte zaruri olmuştur. İklim değişikliğinin su kaynakları üzerindeki etkisinin de hızlanması ve artmasıyla beraber mevcut su kaynaklarının korunması, gereksiz kullanımın önüne geçilebilmesi için uzun vadeli gelecek planlamaları yapılması, su kaynaklarının yetersiz olduğu yerlerde yeni kaynak olarak havzalar arası su paylaşımının ve bütüncül yönetim yaklaşımı öne çıkmıştır^{2,3}. Özellikle 20. yüzyılda şehirleşme mantığının değişmesi ile birlikte kırsal kesim daha çok köy statüsünde kalırken, eğitim ve sanayileşmenin üst düzeyde olduğu şehir yaşamı birbirinden ayrılmaya başlamıştır. Bunun neticesinde büyüyen şehirleşme “metropol şehir” kavramını karşımıza çıkarmıştır; metropol şehirlerin ihtiyaçları ile kırsal yerleşimlerin ihtiyaçlarının birbirinden ayrılarak irdelenmesi ve metropoliten şehirlerin su temininin uzun vadeli olarak planlanması gereği doğmuştur.

Hans Blumenfeld ve Gerhard Isenberg (1968) “metropol”ü, nüfusunun büyük kısmının mevcut taşıt araçlarıyla merkezden 45 dakikalık bir seyahatle ikametına ulaşabildiği mesafede en az beş yüz bin kişinin ikamet ettiği alan olarak tanımlarken, merkezden 120 dakikalık bir ulaşım süresi içindeki mesafelere de “metropoliten bölge” adını vermektedir⁴.

“Metropol” Ruşen Keleş tarafından yazılmış olan Kentbilim Terimleri Sözlüğü’nde ise; “bir ülkenin ya da bölgenin, çevresindeki tüm kentsel

ve kırsal topluluklara ekonomik ve toplumsal yönlerden egemen olan ve genellikle ülkenin diğer ülkelerle olan tüm ilişkilerinin sağlandığı en büyük kenti” olarak tanımlanmaktadır. Yine aynı sözlükte “metropoliten bölge” de; “ekonomik ve toplumsal yaşam şartlarının, merkezdeki kentin etkisi ile şekillendiği, her iki kesimin de ortak çıkarlarla bağlı olduğu, sınırları doğal ve tüzel koşullar haricinde günlük iş hareketleri ile belirlenen ve yönetim sınırı ile örtüşmeyen ve büyük ölçüde kentleşmiş alanlar” olarak tanımlanmaktadır⁵. Metropol şehirlerde yaşayan insanlar günlük ihtiyaçları için kent yöneticilerinden güvenilir ve makul fiyatlarda içme ve kullanma suyu temin etmelerini beklemektedirler. Diğer yandan şehirlerdeki en önemli kullanıcılardan olan kurumsal şirketler, kamu kurumları ve özellikle sanayiciler de üretim ve hizmet devamlılığını sağlayabilmek için suya bağımlıdırlar. Bu bağlamda değerlendirildiğinde devletin üst otoriteleri yanı sıra özellikle yerel yönetimler ve özel su temin şirketleri, büyük nüfuslara hizmet eden ve çoğu yerde kullanım ömrünü doldurmuş yahut doldurmak üzere olan bir altyapı aracılığıyla içme ve kullanma suyu arzı gibi hayati öneme sahip bir görevi yerine getirmektedir.

Yapılan araştırmalar ve nüfus hesaplamalar neticesinde her yıl hızla artan küresel nüfusun 2050 yılında 10 milyar mertebelerine ulaşacağı tahmin edilmektedir. Kentsel yerleşim yerlerinde toplam Dünya nüfusunun %50’den fazlasının yaşamakta olduğu görülmekte olup, kırsal yaşam şartlarının zorluğu, eğitim ve barınma ihtiyaçlarının değişmesi ile önümüzdeki yıllarda bu oranın da artması beklenmektedir. Ancak henüz gelişmiş ülkelerde dahi metropol şehirlerde nüfusun tamamına temiz ve kaliteli içme suyu arzı tam olarak sağlanmış gözükmemektedir. Bu nedenle merkezi su temin sistemlerinde öncelik ihtiyaç duyulan miktarda suyun uygun kalitede temini ve evsel tüketimde ihtiyaç duyulan içme suyunun sağlanması olarak değerlendirilmektedir. Büyüme ile birlikte su temin ve dağıtım sistemlerine ilişkin, su kalitesi yetersizliği ve uygunsuzluğundan kaynaklanan halk sağlığı risklerinin dikkate alınarak bertarafı ile güncel teknoloji ve sürdürülebilir politikaların benimsendiği ve etkin yönetimin sağlandığı konuların değerlendirilmesi en önemli konular haline gelmektedir³.

Son yıllarda daha sık karşılaşmaya başladığımız ve günden güne daha fazla karşılaştığımız “küreselleşme” kavramı su ile ilgili planlamaları

da ciddi olarak etkisi altına almaktadır. Birleşmiş Milletler ve benzeri statüye sahip birçok topluluk, kurum ve kuruluşlar, insanlığa öncülük etmekte ve suyla ilgili planlamaların yapılması ve yönetimi hususunda uluslararası ve bütünsel bir yaklaşım sunmaktadır. Bu kapsamda, gündeme gelen ve küresel çapta konuşulan tüm yaklaşımlar her ülkenin kendi alışkanlık ve yönetim stratejilerine göre farklı şekilde algılanmakta; her ülke, kendi yapılaşma, kaynaklarının kapasitesi, yönetsel yaklaşımları gibi gerçeklerine göre bu yaklaşımları benimsemektedir. Lakin, insan hakları ve bilimsel yaklaşımların ön planda tutulması gereken su yönetiminde ne yazık ki birçok sefer siyasi kaygılar da ön plana çıkmaktadır⁶. Ayrıca şehirlerin su altyapı sistemleri (su temini, yağmur suyu yönetimi ve atık su toplama dahil) de iklim şartları ve su çevrimi gibi faktörlerden birincil derecede etkilenmektedir. Şehirlerdeki yöneticiler su altyapı sistemlerini yönetirken, güvenlik, kaynak yönetimi ve planlaması gibi kritik konuları değerlendirerek işe başlamakta ve sorunları giderme ve uyum planları geliştirme yoluna gitmektedir⁷.

İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra sanayileşmenin de hızlanması ile birlikte tüm dünya gibi ülkemizde de kentleşme hızlanmış ve bu durumun kontrolsüz gelişimi şehirlerimizde birçok soruna neden olmuştur. Metropolen çalışmaların başlangıcı; İstanbul, Ankara ve İzmir gibi metropolleşmenin hızlı olduğu şehirlerimizde imar planlarının İmar ve İskan Bakanlığı'nın 20.07.1965 gün 6/4970 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla kurduğu Nazım Plan Bürolarına hazırlanmasına dayanmaktadır⁸.

Tüm bunların bir sonucu olarak metropol şehirlerin içme suyu temini için etkin ve yetkin bir planlama, yatırım ve yönetim gereği doğmuştur. Bu süreç, şehirlerin büyüklüğü, su kaynaklarına erişim, çevresel faktörler ve yerel koşullara göre farklılık gösterebilmekte ve bu nedenle şehirlere özel olmaktadır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve suyun kalitesinin korunması, metropol şehirlerin sağlıklı bir şekilde büyümesi için kritik öneme sahiptir. Büyük metropol şehirlerinde içme suyu temini, büyük ve karmaşık bir altyapı gerektiren önemli bir mühendislik ve yönetim işlevidir.

Bu sürecin yönetiminde metropol şehirlerin su ihtiyacının belirlenmesi ve su kaynaklarının birkaç başlıkta incelenmesi gereklidir:

1. Su Kaynaklarının Belirlenmesi: İçme suyu sağlamak için, bir şehrin su kaynaklarını tanımlamak ve bu kaynakların sürdürülebilirliğini değerlendirmek önemlidir. Bu kaynaklar genellikle nehirler, göller, yeraltı su kaynakları veya barajlardır. Su kaynaklarının sürdürülebilirliği ve kalitesi göz önünde bulundurulmalıdır.
2. Su Arıtma: Su kaynaklarından elde edilen su, arıtma tesislerine gönderilir. Bu tesislerde su, partikül, kirleticiler, bakteriler ve virüsler gibi zararlı maddelerden temizlenir. Su arıtma işlemi, kirliliğin derecesine ve suyun kalitesine bağlı olarak farklı teknolojiler kullanılarak gerçekleştirilir.
3. Su Dağıtım Altyapısı: Arıtılan su, şehir içindeki su depolarına ve su dağıtım sistemleri aracılığıyla kullanıcılara ulaştırılır. Bu sistemler borular, pompalar ve depolardan oluşur. Su, basınçlı bir şekilde evlere, iş yerlerine ve kamu binalarına ulaştırılır. Su dağıtım altyapısının düzenli bakımı ve güncellenmesi, su temininin sürdürülebilirliği için önemlidir. Eskimiş boruların değiştirilmesi ve su kaçaklarının önlenmesi gibi işlemler bu kapsamda yapılır.
4. Kalite Kontrolü: İçme suyu kalitesini korumak için sürekli izleme ve kalite kontrolü yapılır. Bu, suyun kimyasal ve mikrobiyolojik bileşenlerini düzenli olarak analiz etmeyi içerir.
5. Su Tasarrufu ve Bilinçlendirme: Metropol şehirlerde su tasarrufu teşvik edilmeli ve vatandaşlar suyu bilinçli bir şekilde kullanmaları konusunda eğitilmelidir. Bu, su kaynaklarının uzun vadeli sürdürülebilirliği için önemlidir.

Su temini master planları olarak da bilinen içme suyu master planları, belirli bir bölgeye veya topluluğa sürdürülebilir ve güvenilir içme suyu temini sağlamaya yönelik stratejileri, hedefleri ve altyapı geliştirme planlarını özetleyen kapsamlı belgelerdir. Bu planlar genellikle su idareleri, belediyeler veya ilgili devlet kurumları tarafından geliştirilir ve su tedarik sisteminin yönetilmesi ve iyileştirilmesi için bir yol haritası görevi görür.

Bu çalışmada da Ankara'nın 30 yıllık nüfus projeksiyonu ve su ihtiyacı değerlendirilerek mevcut su kaynaklarının durumu ortaya konacaktır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ankara Nüfus Projeksiyonu

Belediyeler için hizmet verdiği halkın sağlık açısından uygun ve güvenli içme ve kullanma suyuna erişiminin sağlanması; sürdürülebilir bir kentsel altyapı sisteminin oluşturulması temel amaçtır. Nüfus projeksiyonu ve hali hazırda kentten mevcut nüfusuna su sağlanmakta olan kaynaklarının kapasitelerinin ve kalitelerinin ortaya konulması, hali hazırda yapılmış olan ana isale ve şebeke hatlarının bu kapasitelere göre ne kadar yeterli olacağını değerlendirilmesi, akabinde uzun vadede yerleşim yerlerinin ihtiyaç duyacağı suyun bu kaynaklardan karşılanıp karşılanamayacağını etüt edilmesi su yönetimi açısından büyük öneme sahiptir.

Bu amaçla Ankara il merkezi; İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi ve Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisinden beslendiğinden; Ankara ili için metropol kent kapsamında 9 merkez ilçe ve mahalleler baz alınmış ve nüfus projeksiyonları buna göre hazırlanmıştır. Ankara ili metropol kent kavramı, Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Gölbaşı, Keçiören, Pursaklar, Mamak, Sincan, Yenimahalle ilçelerini kapsamaktadır. Nüfus projeksiyon çalışmalarında matematiksel yöntemlerle birlikte İbank yöntemi ve Türkiye'nin nüfusu içindeki 2000-2020 aralığındaki payına dayalı olarak, oranlama yöntemine (ratio method) yer verilmiştir.

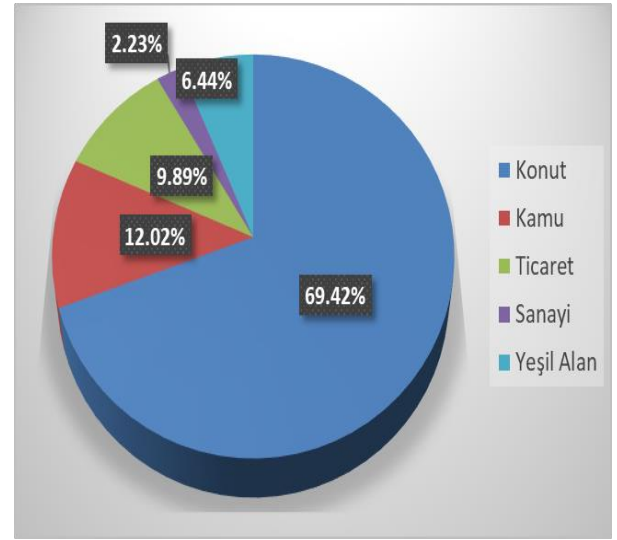
Ankara Su İhtiyacı

2020 yılı ilk yapılan Ankara ili içmesuyu atıksu ve yağmur suyu master plan çalışmaları kapsamında gelecek projeksiyonlarında hesaplamalar için en son 2019 yılına ait veriler dikkate alınmıştır. Metropol kent su ihtiyacı belirlenirken ASKİ'nin faaliyet raporlarından yararlanılarak geçmiş 5 yıllık periyotlarda bahse konu ilçelerde abonelerin içme suyu tüketim verilerinden mevcut satın alma değerleri (tahakkuk) dikkate alınmış ve buna göre gelecek projeksiyonu yapılmıştır.

Ankara genelinde yapılan çalışma ve değerlendirmeler neticesinde kişi başı su tüketiminin en fazla olduğu ilçenin, nüfus yoğunluğunun en çok bulunduğu Çankaya olduğu belirlenmiştir. Şekil 2'de de görüleceği

üzere su tüketiminin en yoğun olduğu alan evsel evsel tüketimler olurken; sanayi kullanımı Ankara genelindeki toplam net tüketim içindeki payının çok düşük olması nedeniyle, toplam kullanımı etkileyecek miktarda olmadığı belirlenmiştir.

Eğitim faktörünün özellikle alt bölgeler bazında yapılan değerlendirmelerde öneminin yüksek olduğu; eğitim seviyesi arttıkça, gelir seviyesinin de artışına bağlı olarak su tüketiminin de artış gösterdiği gözlenmiştir. Aslında eğitim ve kültürel iyileşmeler insanların su tüketiminde daha bilinçli olmasını arttıracakları düşünülmektedir. Su tüketimini etkileyen diğer önemli faktör de bahçeli evlerin varlığıdır.



Şekil 2.1. 2019 Yılı için Ankara İli Farklı Sektörlere Göre Su Tüketimi Oranlarının Dağılımı

Yapılan çalışmalarla Çankaya ve Etimesgut ilçelerindeki nüfus ve ASKİ aboneliklerinde 2013-2019 döneminde dikkate değer bir değişiklik olmadığı, konutlarda kişi başına düşen su tüketiminin ise her iki bölgede yaklaşık 120 litre/kişi/gün seviyesinde olduğu tespit edilmiştir. 2030 yılında kentsel yoğun alt bölgelerde konutlardaki kişi başı birim tüketiminin 127 litre/gün, 2040 yılında 130 litre/gün ve 2054 yılında ise 133 litre/gün olacağı tahmin edilmektedir. Diğer taraftan özellikle Gölbaşı ilçesinin bir kısmında yapılan bahçeli konutların bulunması nedeniyle nüfusun mekânsal dağılımı dikkate alınarak bu bölgelerde kişi başı su tüketimi normalin üzerinde oldukça yüksek bir rakam olarak, 180 l/kişi/gün olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Ankara ili için nüfus tahminleri yapılırken 2019 yılı mevcut nüfusu baz alınarak 30 yıllık bir çalışma yapılarak, 2030, 2040 ve 2054 yılları sonuçları Tablo 1.'de sunulmuştur.

Tablo 1. Ankara ili metropol kent nüfus projeksiyonları

Bölge	Nüfus Kategorisi	Nüfus Tahmini			
		2019	2030	2040	2054
METROPOL KENT 9 İLÇE	Kentsel Nüfus	5.019.711	6.178.401	7.176.270	8.364.600
	Kırsal Nüfus	18.759	21.624	24.172	28.272
	Plana Göre Doluluk Oranı	40%	49%	57%	67%
	Toplam	5.038.470	6.200.025	7.200.442	8.392.872

Ankara ili için nüfus tahminlerine göre ihtiyaç duyulacak su miktarları hesaplanarak Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Ankara ili metropol kent uzun vadeli su ihtiyacının belirlenmesi

Yıl	İçme ve Kalıtım Suyu Tüketimi										İçme ve Kalıtım Suyu Bütü Tüketimi		
	Kırsal				Kırsal + Ticaret + Sanayi		Yeşil Alan		Net Toplam	Kırsal Bütü	Kentsel Bütü	Toplam Bütü	Kırsal Bütü
	Nüfus	Birim Tüketim	Tüketim	Oran	Toplam Tüketim	Oran	Tüketim	Oran					
	kişi	litre/gün	m ³ /yıl		m ³ /yıl		m ³ /yıl		m ³ /yıl	litre/gün	m ³ /yıl	litre/gün	
2019	5.024.307	10	50.243.070	0,7	59.683.236	0,22	18.544.698	0,07	266.996.502	145	461.555.455	257	
2030	6.207.279	127	788.526.063	0,7	84.844.266	0,23	36.919.972	0,09	410.159.024	180	595.585.789	256	
2040	7.202.849	130	936.370.370	0,7	96.448.546	0,2	30.124.755	0,08	476.559.413	181	657.663.114	241	
2054	8.401.479	133	1.117.416.707	0,74	105.289.956	0,18	42.246.946	0,078	554.440.152	182	739.571.758	234	

* Değerlere, nüfus projeksiyon çalışmasına ilave olarak ikinci konut nüfusu eklenmiştir.

Tablolara kayıp-kaçak oranları da ilave edilmiş olup kayıp kaçak 2019 yılı için ASKİ faaliyet raporlarında geçtiği üzere % 42 alınmış, 2030 yılı için % 30; 2040 yılı için %25 ve 2054 yılı içinde % 25 mertebelerine düşürüleceği öngörülmüş ve bu doğrultuda metropol kent su ihtiyacı belirlenmiştir.

Ankara metropol kentin su ihtiyacı Polatlı, Elmadağ, Bala ilçesi Beynam mahallesi ve bazı merkezi kırsal mahallelere su iletiminin sağlanması ile birlikte metropol kent ham su ihtiyacı 2030 yılı için 611 hm³/yıl, 2040 yılı için 668 hm³/yıl, 2054 yılı için ise 786,97 hm³/yıl olacaktır. Aynı zamanda Pursaklar ilçesinin bir kısım su ihtiyacı da metropol kent sisteminden temin edildiği için Ankara metropol kent

merkezinin hamsu ihtiyacı 2030 yılı için 630,65 hm³/yıl, 2040 yılı için 687,65 hm³/yıl, 2054 yılı için ise 806,62 hm³/yıl olacaktır.

Ankara maalesef coğrafi konumu itibariyle zengin su kaynaklarından oldukça uzak kurak bir bölgede yer almakta olup, Ankara Çayı, Kirmir Çayı ve Gerede Çayı en önemli su kaynakları havzalarıdır. Elmadağ ilçesinde yer alan yeraltı suyu kaynakları 1923 yılına kadar kentin su ihtiyacını karşılamaya yetmiştir. Ancak Cumhuriyetin ilanı ile birlikte hızla artan nüfusla su yetersiz kalmaya başlamış ve su temin çalışmalarını hızlandırmıştır.

Elmadağ'daki yeraltı ve yerüstü kaynaklarının beslediği Kusunlar Kaptajı'nın inşasıyla kentin artan su ihtiyacı karşılanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, Hanımpınarı ve Sahne dereleri üzerine pompa istasyonları kurulmuştur.

Ankara'nın ilk barajı olan Çubuk I Barajı'nın yapımına 1929 yılında, Ankara'nın 12 km kuzeyinde başlanmıştır. İlk olarak Atatürk Orman Çiftliği'ne sulama suyu sağlamak amacıyla inşa edilen baraj, 1931 yılında kurulan Ankara Şehri İçmesuyu Komisyonu'nun kararıyla içme suyu amaçlı olarak da kullanılmıştır. Bu amaçla, barajın suları arıtılarak şehre verilmek üzere Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi karşısında 24.000 m³/gün kapasiteli filtrasyon üniteleri, su depoları ve içme suyu ana isale hatları yapılmıştır.

1940 yılına kadar şehrin su ihtiyacını karşılayan sistemler, şehir nüfusunun iki katına çıkmasıyla artan talebe yetişemedi. Bu sebeple, 1950-1969 yılları arasında 119 kuyu açılarak yeraltı sularından ihtiyaç karşılanmaya çalışıldı. 1980'lere kadar kuyular, Ankara'nın su ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynadı. Ancak, 1964 yılında Çubuk II Barajı, 1965 yılında Kayaş-Bayındır Barajı, ve 1967 yılında Kurtboğazi Barajı'nın inşasıyla birlikte su kaynaklarının çeşitlendirilmesine yönelik adımlar atıldı. 1974 yılında ise Kurtboğazi-İvedik aktarım hattı devreye alındı. Kayaş-Bayındır Barajı günümüzde rekreasyon alanı olarak kullanılmaktadır.

1969 yılında "Camp Harris&Mesera Consulting Engineers" firmalar grubu tarafından hazırlanan "Ankara Project Report on Feasibility and Master Plan for Water Supply" raporu, Ankara'nın uzun vadeli su ihtiyacının karşılanması amacıyla hazırlanan ilk çalışma oldu. Bu raporda, su kaynaklarının geliştirilmesi amacıyla barajlar, isale hatları, arıtma tesisleri ve şehir içi dağıtım sistemlerine dair öneriler yer aldı.

Raporda, Ankara'nın su ihtiyacının tamamının Ankara Çayı havzasından karşılanmasının mümkün olmadığı ve Kirmir, Gerede, Sakarya ve Kızılırmak havzalarının su kaynaklarından yararlanılması gerektiği belirtildi. Bu doğrultuda, Kirmir Çayı üzerinde Çamlıdere, Hamam Deresi üzerinde İnceğez ve Gerede Çayı üzerinde Işıklı barajlarının yapımı öngörüldü. Fizibilite çalışmaları sonucunda Kirmir Çayı ve Gerede havzasının su kaynaklarının kullanılmasının daha ekonomik olduğu belirlendiğinden, 1985 yılında, Ankara'nın 60 km kuzeybatısında Bayındır Çayı üzerine Çamlıdere Barajı inşa edildi.

1983 yılında DSİ tarafından hazırlanan "Ankara Su Temin Projesi Planlama Ön Raporu"nda, Hamam Deresi üzerinde önerilen İnceğez Barajı'nın yapılabilişliğinin mümkün olmadığı tespit edildi ve Ankara'nın 75 km kuzeyinde Belen Çayı üzerine Eğrekkaya Barajı, Ankara'nın 84 km kuzeyinde Bulak Çayı üzerine Akyar Barajı önerildi. Eğrekkaya ve Kurtboğazi Barajı'na olan isale hattı 1993 yılında tamamlandı, Akyar Barajı ise 1997 yılında hizmete girdi.

2007 yılında yaşanan kuraklık ile birlikte barajlarda su seviyesinin ölü hacmin de altına düşmesi neticesinde; 2002 yılında devreye girmesi öngörülen Gerede Sistemi'ndeki gecikme görmezden gelinerek Ankara Metropol Kentin su ihtiyacının ivedi bir şekilde karşılanması için, Kesikköprü Barajı'ndan su temin eden iletim sistemi yapımına başlanmış ve 1 yıl içinde tamamlanmıştır. Kesikköprü İletim Sistemi 2008 yılı mayıs ayından beri Ankara'ya su sağlamaktadır.

Gerede Sistemi (Işıklı Regülatörü) ise Japonya Uluslararası İş Birliği Ajansı (JICA) tarafından finanse edilerek geçici kabulü 04.10.2019 tarihinde yapılmış ve devreye alınmıştır. Bu son gelişme ile, Filyos Nehri'nin bir kolu olan Gerede Çayı'nın suları Çamlıdere Barajı'na iletmeye başlanmıştır.

İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi suyunu Çamlıdere, Kurtboğazi ve Kesikköprü barajlarından temin etmektedir. Bu barajlardan Çamlıdere Barajı, Işıklı Derivasyonu ile desteklenmekte; Kurtboğazi Barajı ise membasında yer alan Akyar ve Eğrekkaya Barajlarından beslenmektedir. Kurtboğazi Barajı aynı zamanda Kavşakkaya Barajı'ndan da beslenebilmektedir. Kavşakkaya Barajı, ayrıca Çubuk II Barajı'nı da destekleyebilmektedir.

Ankara metropol kent merkezine içme suyu sağlayan yüzeysel su kaynaklarının durumu

Tablo 3'te sunulmuştur. Tablo 3 oluşturulurken; öncelikle barajların entegre çalışma simülasyonları ve daha sonra iklim değişikliğinin su kaynakları üzerinde etkisi simülasyon çalışmaları göz önünde bulundurulmuştur.

Barajların entegre çalışması programına göre Kavşakkaya barajı İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi için rezerv baraj olarak kullanılmayacaktır. Kavşakkaya barajı havzasından Kurtboğazi barajına savaklanarak su verilecektir. Kavşakkaya barajı öncelikle Çubuk-2 barajını besleyecektir.

Metropol kent tanımı içerisinde yer alan Pursaklar ilçesinin 2030, 2040 ve 2054 yılı hamsu ihtiyacı mevcut Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisinin maksimum kapasitesinin yıllık ihtiyacı olan $19,65 \text{ hm}^3$ kadarı Çubuk-2 ve Kavşakkaya barajlarından sağlanacaktır.

Tablo 2 ve Tablo 3 verilerinden yola çıkılarak mevcut kaynakların potansiyelinin $577,82 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olduğu; bununla birlikte 2030 yılı için hamsu ihtiyacının $52,18 \text{ hm}^3/\text{yıl}$, 2040 yılı için $109,83 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ ve nihai projeksiyon yılında (2054) ise toplam metropol kent su açığının $228,8 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 3. Ankara ili metropol kent merkezi su kaynakları kapasiteleri

Hamsu Kaynakları	İçmesuyu Olarak Alınabilecek Miktar ($\text{hm}^3/\text{yıl}$)
Çamlıdere Barajı & Işıklı Derivasyonu	305.96
Eğrekkaya Barajı	83.04
Kurtboğazi Barajı	
Akyar Barajı	
Kesikköprü Barajı (1. Merhale)	16.69
Çubuk -2 Barajı	23.29
Kavşakkaya Barajı	1.74
Türksereflî Barajı	
Erkeksu Kaynağı	
TOPLAM	577.82

Metropol kent merkezini besleyen içmesuyu arıtma tesisleri İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi, Kahramankazan İçmesuyu Arıtma Tesisi, Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisi ve Çubuk İçmesuyu Arıtma Tesisidir.

ASKİ Faaliyet Raporları verileri incelendiğinde İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi besleme alanının 2019 yılı ortalama günlük tüketimi $1.222.300 \text{ m}^3/\text{gün}$ olarak tespit edilmiştir. Bu debi ve projeksiyon debileri arasında doğrusal orantı

kullanılarak tesis debilerinin yıllara dağılımı ve yeterlilik durumu incelendiğinde; İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi'nin mevcut kapasitesi planlanan 4. Etapın devreye girip kapasite artırımı ile toplam tesis kapasitesi $4 \times 564.000 = 2.256.000 \text{ m}^3/\text{gün}$ olsa dahi 2043 yılından itibaren yetersiz kalacaktır.

SONUÇ

Tüm veriler incelendiğinde metropol kent için İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi mevcut arıtma kapasitesinin 2027 yılı itibariyle yetersiz kalacağı öngörülmektedir. İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi için planlanan kapasite artırımı yapılacak olsa dahi kaynak ya da hamsu iletim hatlarının iyileştirilmesi ile ilgili ihtiyaç devam edecektir. Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisinin ise 2030 yılı itibariyle tam kapasiteye ulaşacaktır. Mevcut arıtma tesisi yerleşim yeri içerisinde kalmış olup genişleme alanı olmadığından ilave bir arıtma tesisi yapılması mümkün olmayacaktır. Alternatif olarak 2054' yılına kadar Pursaklar bölgesinin ihtiyacı olan su İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisinden sağlanabilecektir. 2029 yılı itibariyle metropol kentin su kaynağı sıkıntısı çekeceği öngörülmektedir. Metropol kentin yakın gelecekte ihtiyacı olacak ilave kaynak miktarı, 2054 yılı hedef projeksiyonu için yaklaşık $228,8 \text{ hm}^3$ 'tür. Ancak daha önceki master plan çalışmalarında da belirtildiği üzere kayıp kaçak oranları hedeflenen değerlere kadar düşürülemezse hedeflenen 2054 yılı rakamlarına daha erken ulaşılacağı ve yapılması planlanan yatırımların daha erken zamana alınması öngörülmektedir. Aynı zamanda barajların da entegre çalıştırılması planlanan süreçlerin yakalanabilmesi açısından önem arz etmektedir.

ÖNERİLER

Halihazırda planlanmış olan Kesikköprü Barajı 2. merhale su temin sisteminin devreye girmesiyle birlikte metropol kent için içme suyu ihtiyacını karşılayacak kapasiteye ulaşılacağı öngörülmektedir.

Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisi ile kaynağını paylaşan Çubuk İçmesuyu Arıtma Tesisi'nin kaynaklardan öncelikli olarak faydalanması gerektiği, gelecekte ise Kavşakkaya Barajı'ndan sürekli olarak Çubuk II Barajı'nın beslenmesi gerektiği öngörülmektedir. Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisi besleme bölgesinin bir kısmının da İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi besleme alanına

dahil edilmesi gerektiği belirlenmiştir.

Kavşakkaya Barajı'nın Çubuk İçmesuyu Arıtma Tesisi bölgesine öncelikli olarak yönlendirilmesiyle, metropol kent alanındaki toplam içme suyu temin açığının 2054 yılı itibariyle yaklaşık $218 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ seviyesinde olacağı hesaplanmıştır. Ayrıca, Pursaklar İçmesuyu Arıtma Tesisi bölgesinin eksikliğinin de dahil edilmesiyle, İvedik İçmesuyu Arıtma Tesisi besleme alanına indirgenmiş toplam içme suyu temin açığının 2054 yılı itibariyle yaklaşık $228,8 \text{ hm}^3/\text{yıl}$ olacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, Ankara metropol kent merkezinin uzun dönem sağlıklı ve kesintisiz içme suyu temini için Kızılırmak havzasından Kesikköprü 2. Merhale su iletim sistemiyle su temininin değerlendirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Kızılırmak havzası içinde yer alan Kesikköprü 2. merhale sisteminin su temini açısından uygun olduğu görülmektedir.

Etik Onay: Etik onay gerekmemektedir.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması beyan etmemektedir.

Finansal Destek:-

Ethical Approval: Not applicable

Conflict of Interest: Authors declared no conflict of interest.

Financial Support: None

KAYNAKLAR

1. Bilgi, M. Su Paylaşımı ve Yönetimi. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara. 2005.
2. Ilango, V. ve Sridharan, K., Chapter 22 - Availability of technical options for safe urban water supply. *Current Directions in Water Scarcity Research*, 2022;6:469-488. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91838-1.00003-8>.
3. Siddha, S. ve Sahu, P. Chapter 12 - Traditional and existing methods of urban water supply and their loopholes. *Current ections in Water Scarcity Research*, 2022;6:245-271. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91838-1.00023-3>.
4. Blumenfield, H. *The Modern Metropolis: its origins, growth, characteristics and planning*. (Ed. By Spreiregen), The M.I.T. Press, A.B.D, 1968.
5. Keleş, R., "Kentbilim Terimleri Sözlüğü", Türk Dil Kurumu, Ankara, 1980.
6. Torun, Y. Metropollerde Su Yönetimi ve İki Metropolde (İstanbul ve Moskova) Su Yönetiminin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 2010.

7. Burian, S. J., Walsh, T., Kalyanapu, A. J. , Larsen, S.G. 5.06 - Climate Vulnerabilities and Adaptation of Urban Water Infrastructure Systems, *Climate Vulnerability*, 2013;5:87-107. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384703-4.00509-8>.
8. Ünal, Y. 1985. Türkiye’de Fiziki Planlama Çalışmaları İçinde Metropoliten Planlama Çalışmalarının Yeri ve Tarihi Gelişiminin Yeri, Türkiye’de Metropoliten Alan Planlama Deneyim ve Sorunları Kollokyumu, MSÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, 1985.