



Kompozit yayların kökeni ve gelişim aşamaları

Origin and Evolution Stages of Composite Bows

Salih PARLAK 

Bursa Teknik Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bursa, Türkiye.

Sorumlu yazar:

Salih PARLAK

E-mail:

salih.parlak@btu.edu.tr

Gönderim Tarihi:

31/05/2023

Kabul Tarihi:

13/10/2023

Atf:

Parlak, S. 2023. Kompozit yayların kökeni ve gelişim aşamaları. Ağaç ve Orman, 4(2), 34-46. DOI: 10.59751/agacorman.1308049

Özet

İnsanlık, varoluşundan bu yana avlanma veya korunma amaçlı farklı aletler kullanmış ve sürekli geliştirmeye ihtiyaç duymuştur. İlk dönemlerde elle fırlatılan basit silahlardan sonra, uzak mesafeye daha etkili atış yapabilmek için farklı savaş aletleri geliştirilmiştir. Bu savaş aletlerinden biri de hem savaşların yönünü değiştiren hem de gelişmiş bir silah olan yaylar olmuştur. Başlangıçta sadece ahşabın esneme özelliğinden faydalanılarak yapılan basit yaylar, yerini zamanla yapımı daha fazla ustalık ve beceri gerektiren kompozit yaylara bırakmıştır. Ok ve yay insanın avlanma ya da savaşlarda en etkili kullandığı silahlardan biri olmuştur. Bu makalede yayın kullanılmaya başlamasından günümüze kadar geçirdiği tarihi aşamalar, özellikle kompozit yayın ortaya çıkışı ve gelişim aşamaları incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Yay tarihi, kompozit yayların gelişimi, Türk yayları.

Abstract

Humankind has used different tools for hunting or protection and has constantly needed to develop them since their existence. After the simple hand-launched weapons in the early periods, various warfare tools were developed to be able to shoot more effectively at long distances. One of these war tools has been the bow, a sophisticated weapon that changes the direction of wars. Simple bows, made by using only the elasticity of wood, were replaced with composite bows that required more skill and dexterity over time. Arrow and bow have been the most effective weapons that humans used in hunting or wars. This article examines the historical stages of the bow from its use to the present day, especially the emergence and development stages of the composite bow.

Keywords: Bow history, evolution of composite bows, Turkish bows.

1. Giriş

İnsanlık tarihi boyunca yaylar, uzun menzilli saldırı silahı olarak kullanılmıştır. Savaşta fizik gücünün yetmediği mücadelelerde, üstünlük sağlayıcı ve fizik gücünü tamamlayıcı araçlara ihtiyaç duyulmuş (Eralp, 1993) ve yeni saldırı silahları geliştirilmeye başlanmıştır. İnsanoğlu doğası gereği, hayvanların etinden, sütünden, derisinden ve kemiklerinden alet yapımı için yararlanmak zorundaydı. Bu nedenle henüz evcilleştirilmemiş hayvanları avlamak için silahlara ihtiyaç duymuş ve zamanla mızrak, cirit ve yayı geliştirmiştir (İkibeş, 2022). İnsanların toprak işlemeyi ve hayvanları evcilleştirmeyi öğrenmeden, avcı olarak yaşamını sürdürdüğü bu dönemlerde beslenme ve güvenliğini genellikle ok ve yayla sağlamıştır (Judd Company, 1879). Okçuluk, tarih öncesinden günümüze kadar hemen hemen her kültürde yaygın bir aktivite olmuştur. İlk insanlar için büyük bir teknolojik ilerleme olan yay, hayvanların çok daha uzak mesafeden ve mızraktan daha yüksek bir isabetle

avlanmasını sağlamıştır. Hemen hemen tüm kültürler tarafından kullanılan ve genellikle tarihin en önemli icatlarından biri olarak gösterilen yay, tarih öncesi çağlardan, ateşli silahların ortaya çıkışına kadar uzun menzilli saldırı silahı olarak kullanılmıştır. Tarihsel olarak okçuluk, ateşli silahların ortaya çıkmasına kadar savaşlarda önemli ve bazen baskın bir rol oynamıştır (Randall, 2016). Yaylar, gerilen bir nesnede depolanan enerjinin oka aktararak fırlatılmasını sağlar. Tüm yaylar, hem çekme hem de sıkıştırma gerilimine dayanacak ve kırış bırakıldığında gerilmiş yayda depolanan potansiyel enerjinin çoğunu oka aktaracak şekilde tasarlanmıştır (Miller vd, 1986). Enerji depolayabilen ilk silah olan yay, cirit ve mızrak gibi elden fırlatılan silahlardan daha güçlü ve etkili olmuştur (Grayson, 2007).

1.1. Tarih öncesinde yaylar

Tarih öncesi dönemde kullanılan yaylar üç ana gruba ayrılmaktadır. Bunlar; basit ahşap yaylar, sırt kısmına

yapıştırılan sinirle güçlendirilmiş yaylar ve Batı Asya'da geliştirilen boynuz, ahşap ve sinirin birleşimiyle yapılan kompozit yaylardır (Miller vd, 1986; Knecht, 1997). Yay ve okun ilk olarak ne zaman ve nerede geliştirildiği ve tüm dünyaya hangi yollarla tanıtıldığı belirsizdir. Ok ve yayla ilgili arkeolojik buluntular, Geç Paleolitik Çağda (M.Ö.35000-10000) görülmekte ve okçuluğun insanlık tarihinin en eski çağlarına kadar giden, uzun bir geçmişi olduğunu göstermektedir (Kooi, 1993; Yönel ve Türkmen, 2017). Tarih öncesi dönemde okçuluğun ilk kanıtı, Almanya, Stellmoor'da Mezolitik bataklık alanlarında M.Ö. 9. bin yıla tarihlenmektedir. Yayın en temel haliyle kullanımı, M.Ö. 9000-6000 yıllarına kadar uzanır, ancak muhtemelen çok daha önce geliştirilmiştir. Yay olarak tanımlanan en eski örnekler Danimarka'da bulunan M.Ö. 6. bin yıla tarihlenen Holmegaard yayları olmuştur (Grayson, 2007; Randall, 2016; Eser, 2022). İlk yayın 15.000 yıl önce Afrika'da kullanıldığı, Avrupa'da ise yayın tarihinin 10.000 yıllık olduğu iddia edilmektedir. Danimarka da bulunan karaağaçtan yapılmış bir yay M.Ö. 8. bin yıla tarihlenmektedir. Almanya ve İsviçre'de M.Ö. 6000, Danimarka'da M.Ö. 7000, İngiltere'de M.Ö. 2600 ve İspanya'da M.Ö. 5200-5000 yıllarına tarihlenen birkaç basit yay örneği neredeyse bozulmamış olarak bulunmuştur. Tarih öncesi en eski İngiliz yayı ise M.Ö. 2690 yıllarına tarihlenmektedir. Paleolitik Çağ'a ait bu yaylara sinir döşendiğine dair kanıt bulunamamıştır. Neredeyse tamamı porsuk ağacından yapılan basit yaylardır (Hamm, 2000; Gorman, 2016). Arkeolojik buluntulara göre Batı Avrupa Mezolitik dönemine ait en eski yay örnekleri yaklaşık M.Ö. 6000'e tarihlenen yaylardır (Knecht, 1997).

1.2. Basit ve köşeli yaylar

Kompozit yayın en eski örneklerinden biri, M.Ö. 3. bin yılda ortaya çıkan Batı Asya köşeli yayıdır. Bu yay kirişi takıldığında sığ bir üçgen ve tam gerildiğinde yarım daire şeklini almaktadır. Köşeli kompozit yaylar, Mısırlı okçuların isabetli ve güçlü atış yapmalarını sağlamıştır. Bu yayın nispeten kısa oluşu, savaş arabalı okçular için daha fazla manevra kabiliyetine imkân vermiştir. Köşeli kompozit yaylar, İskitlerin Asur İmparatorluğu'nu sona erdirmek için

Medler ve Babil'lilere işbirliği yaptığı M.Ö. 7. yüzyıla kadar Batı Asya'da kullanılmıştır (Knecht, 1997). Tutankamun'un mezarında bulunan bu tip yaylar, Mısır mezar resimlerinde ve Asur anıtsal heykellerinde görülmektedir. Asya kompozit yayları gibi "Köşeli yayların" yapımında ahşap, sinir ve boynuz kullanılmıştır (Kooi, 1993; Kooi ve Bergman, 1997). Eski Mısır'daki mezar resimleri ve metinsel referanslardan, yaklaşık 2.000 yıldır kullanıldığı anlaşılan bu silahın, imparatorluk yönetici seçkinleri tarafından istihdam edilen uzman zanaatkarların ürünü olduğu anlaşılmaktadır (Knecht, 1997). Antik Yakın Doğu'da geliştirilen bu yay, Mezopotamya'dan Anadolu'ya kadar sanatsal eserlerde temsil edilen ve günümüze ulaşan fiziki örnekleri bulunan yaylardır. Özellikle Tutankamun'un mezarından çıkan M.Ö. 1323'e tarihlenen köşeli kompozit yayın Mısır'a M.Ö. 17. yüzyılda Hiksos'lar tarafından getirildiği genel kabul görmektedir. Mısır'da Eski ve Orta Krallıklar döneminde, Afrika yerlilerin kullandığı basit yay kullanılmıştır. İkinci Orta Dönemde, Asya'dan gelen kompozit yay, Yeni Krallık Döneminde (M.Ö. 1570-1165) benimsenerek kullanılmaya başlanmıştır (McLeod, W. 1970).

Kompozit yay için fiziki ve metinsel kanıtların büyük çoğunluğu Mısır Yeni Krallık döneminden gelmektedir. Bu nedenle, bazı akademisyenler Hiksos'un Mısır'ı işgalinden önce kompozit yayın varlığının kanıtlanamayacağına inanmaktadır. III. Ramses zamanına (M.Ö. 1184-1153) (20. hanedan) kadar ise genellikle köşeli yayların kullanıldığı görülmektedir. Köşeli yay, Mısırlılar, Hititler, Asurlular ve bölgedeki diğer toplumlar için tercih edilen yay haline gelmiştir (Buttery, 1974; Randall, 2016). Savaş arabasındaki okçuluk becerilerini atlı okçuluğa aktaranlar Asurlular olmuş, hem kuşatmalarda ve hem de piyade silahı olarak, M.Ö. 9. yüzyılda savaşlarda köşeli yay kullanmışlardır. Bu tip yayların Urartu'lara ait M.Ö 8-7. yüzyıllar arasında yapılmış adak kemerlerinde ve ortostatlarda (Şekil 1) tasvir edildiği görülmektedir (Buttery, 1974; Ergürer, 2010; Loades, 2016; Randall, 2016). Köşeli yaylar M.Ö. 2300 yıllarından M.Ö. 1850 yılına kadar kullanılmış, III. Ramses dönemindeki (M.Ö. 1184-1153) tapınak tasvirlerinde de Mısırlı savaşçıların köşeli yay kullandıkları tasvir edilmiştir (Bryce, 2007).



Şekil 1. Urartu adak kemeri (sol) ve Aslantepe Ortostatı, Aslantepe, Malatya, M.Ö. 1200-M.Ö. 700 (Anadolu Medeniyetleri Müzesi, S. Parlak).

Figure 1. Urartian votive belt (left) and Aslantepe Orthostat, Aslantepe, Malatya, B.C. 1200-BC 700 (Anatolian Civilizations Museum, S. Parlak, 2023).

Köşeli bir kompozit yay, aynı çekme ağırlığına sahip basit ahşap yayın iki katı gücünde, atış isabeti ve sağlamlığı birleştiren son derece etkili bir silah olmuştur. Yapılan bilimsel çalışmalarda Mısır köşeli yaylarının çekiş gücünün 18,2 kg olduğu belirlenmiştir (Miller vd, 1986; Randall, 2016). Ahşabın kırılma ve kurduğunda gevşeme özelliği bilindiğinden, kullanılmadığında yasılarak yayın tekrar eski refleks yapısına dönmesini sağlamak için üçgen yay tasarımına geçilmiş olmalıdır. Köşeli yaylarda, ahşabın zamanla gevşeme özelliğinin geciktirilmesi yanında, kabza-kiriş mesafesini ve dolayısıyla çekiş uzunluğunu istenildiği gibi ayarlamak da mümkün olabilecektir. Mısır okçuluk tasvirlerinde çekiş mesafesinin günümüz tekniklerinden daha fazla olduğu görülmektedir. Köşeli yayların bu şekilde yapılmasının nedeni, yay kollarının ön gerilmesini önlemek ve kurulu halde tutulan yaylarda meydana gelen güç kaybını önlemek olabilir. Bu yay formunda ahşap kırılmadan yayın daha fazla çekilmesi mümkün olacaktır. Yayların tarihi gelişimi bakımından değerlendirildiğinde köşeli yayların basit yaylardan sonra geliştirilmiş olması muhtemeldir ve bu formun günümüz kompozit yaylarına geçişte bir ara form olarak değerlendirmesi doğru bir yaklaşım olacaktır.

1.3. Kompozit yaylar

Kompozit yaylar birkaç materyalin birleşimiyle yapılan yaylardır. Bir kompozit yay, ahşap bir iskelet, boynuz, sinir ve bunları yapıştırmak için hayvansal tutkallardan meydana gelir (Asbell vd, 1993). Boynuzun sıkışmaya mukavim ve sinirin esneme özelliği sayesinde kırılma riski olmadan kısa yayların yapımı mümkün olmuş ve çekiş kuvveti artırılmıştır. Bütün bunların sonucunda nispeten küçük bir yaydan uzun bir çekiş mesafesi ve yüksek hızlı ok çıkışları elde edilmiştir (Mustafa Kani, 1836; Reisinger, 2010; Karpowicz, 2008). Kompozit yaylarda, yay çekildiğinde sinir kaplı dış yüzeyi gerilme, boynuz kaplı iç tarafı ise sıkışma kuvvetlerine maruz kalır (Randall, 2016). Uzun çekişli, kısa ve hafif yay kolları, kompozit bir yayın yüksek miktarda enerji depolamasını ve bunu diğer yaylardan daha verimli bir şekilde oka aktarılmasını sağlar. Kompozit yay, teknolojik olarak en gelişmiş olanıdır ve yapımı yüksek düzeyde bilgi ve beceri gerektirir (Knecht, 1997). En iyi ve en kullanışlı yayların ağaç, sinir boynuz ve tutkaldan oluşan kompozit yaylar olduğu kabul edilmektedir. Kompozit yaylar diğerlerine göre daha fazla enerji depolar ve bu enerjini oka çok daha iyi transfer ederler (Latham ve Paterson, 1970; Kooi, 1994; Grayson vd, 2007). Çünkü boynuz ve sinir birim kütlede ahşaptan daha fazla enerji depolanmasını sağlar. Döşenen sinir daha fazla esneklik sağlayarak yayın gücünü artırırken boynuz sıkışma kuvvetine karşı direnç sağlayarak kırılmayı önler. Bu yaylar ters bükümlü ve uçları geri kıvrık olduğundan daha fazla çekiş mesafesi sağlar (Grayson vd, 2007; Karpowicz, 2008). Kompozit yayların bir diğer özelliği ise yasıldıklarında, yani kirişleri çözüldüğünde, yay kollarının her zaman geri dönme özelliği olarak tanımlanan “refleks” yapıda olmalarıdır. Refleks yaylar ön gerilimli olduğundan çekildiğinde daha fazla enerji depolanmasına imkân vermektedir (Knecht, 1997).

1.3.1. Kompozit yayın imalinde hayvansal tutkalların rolü

Yapıştırıcı teknolojisi yaklaşık 200.000 yıl öncesine dayanan uzun bir geçmişe sahiptir (Langejans vd, 2022). Bilinen en eski arkeolojik tutkallar, reçine yapıştırıcılardan yaklaşık 150.000 yıl daha eski olan huş ağacı kabuğu katranıdır (Kozowyk vd, 2020). Kompozit yayın temel bileşenleri olan ahşap, boynuz ve sinir katmanlarını birbirine yapıştırmak için kuvvetli bir tutkala ihtiyaç bulunmaktadır. Fakat bu tür doğal tutkallar yayın bileşenlerini bir arada tutacak kadar sağlam veya esnek değildir. Hayvan derilerinden, kemiklerden, bağ dokularından ve balık hava keselerinin kurutulmasıyla yapılan kollajen tutkallar, kompozit yayların yapımında Asya’da ve kutup bölgelerinde yaygın olarak kullanılmıştır (Miller vd, 1986; Langejans vd, 2022).

Bir yay yapma süreci inanılmaz derecede zaman almakta ve en iyi malzemelerin kullanılması gerekmektedir (Nathan, 2010). Tutkal, farklı malzemelerden yapılan kompozit yayların en önemli bileşenidir (Knecht, 1997; Karpowicz, 2008). Antik çağda kullanılan bitüm, sakız, reçine, katran gibi diğer tutkalların (Langejans vd., 2022) hiçbirinin yay yapımına uygun olmadığı görülecektir. Bu bakımdan kompozit yayın ortaya çıkışı, hayvansal tutkalların bulunması ve kullanımının yaygınlaşmasından sonra olması muhtemeldir. Çekildiğinde sıkışma ve gerilme kuvvetlerine maruz kalan bir yayda malzemenin deforme ve delamine olmaması için çok güçlü bir şekilde yapıştırılmasına ihtiyaç bulunmaktadır. Hayvansal tutkallar kullanılmadan önce muhtemelen kemik veya boynuzları çok sıkı bir şekilde ahşaba bağlama denemeleri yapılmıştır. Fakat bağlanan malzemeler sabit tutulamayıp kaymalarından dolayı verimli olmayacaktır. Basit yayların kırılma riskini önlemek için yayın sırtına doğal liflerin veya hayvan tendonlarının döşenmesi suretiyle ilk kompozit yayların yapıldığı varsayılabilir. Bu malzemelerin güçlü bir şekilde bir arada tutulabilmesi hayvansal tutkalların kullanılmasına bağlıdır. Bu bakımdan ilk kompozit yayların yapımı muhtemelen hayvansal tutkalların imali ve yaygınlaşmasına bağlıdır. Dolayısıyla kompozit yayı oluşturan malzemelerin sağlam ve fonksiyonel olarak bir arada tutulması için hayvansal tutkalların keşfedilmiş olması gerekir. Ancak bu keşiften sonra kompozit yayın imal edilebilmesi mümkün olabilecektir. Deri tutkalının çok güçlü yapıştırma özelliği ve esnekliği kompozit yayın yapımını mümkün kılmış olmalıdır. Bergman (1993)’da kompozit yayın gelişimindeki en önemli aşamanın, tutkalın yay yapımında ilk kez kullanıldığı zaman olduğunu vurgulamaktadır.

Deri tutkallarının bilinen en eski kullanımı, muhtemelen ahşabı yapıştırmak, abanoz ve fildişi kakma uygulamak, kumaşı ahşaba tutturmak ve altın varak yapıştırmak gibi amaçlarla eski Mısır ve Mezopotamya’da görülmektedir. Kuzey Amerika’da yerlileri tüy yapıştırma ve kompozit yaylarda hayvansal tutkallar kullanmışlardır (Kozowyk vd, 2020). Bilinen en eski hayvansal tutkallar İsrail’de yaklaşık M.Ö. 8200-7300, Avrupa’da ise M.Ö. 3100’ün biraz üzerine tarihlenmektedir (Kozowyk vd, 2020). M.Ö. 3000’de Sümerlerin hayvan derisinden “Se-gin” adını verdikleri bir tutkal ürettikleri bilinmektedir. Sümer metinlerinde balık hava keselerinden özel olarak söz edilmesi ve ticarete konu

olması mobilyalarda ve kompozit yayların yapımında tutkal kaynağı olarak kullanıldığının göstergesidir (Miller vd, 1986; Brockmann vd, 2009; Mikhail, 2009). Tutankamun'un mezarında da 3500 yıllık olduğu belirlenen bir deri tutkal tableti bulunmuştur (Brockmann vd, 2009). İsviçre'den 5000 yıllık Neolitik porsuk yayına, kiraz kabuğu yapıştırmada sığır veya koyun derisinden yapılmış hayvan tutkalı kullanıldığı bilinmektedir (Langejans vd, 2022). 3500 yıl önce Hititler ve Mısırlılar, yay ve mobilyaların yapımında hayvansal tutkalları kullanmıştır (Conroy, 1934.; McPherson ve McPherson, 1991; Pizzi ve Mittal, 2003). Antik Mısırdaki M.Ö. 1475 yılında Rekhmera'nın mezarında bulunan duvar resimlerinde hayvansal tutkalların üretim süreci tasvir edilmiştir (Brockmann vd, 2009).

Mevcut kaynaklardan, kompozit yayın ilk defa Orta Asya toplulukları, muhtemelen İskitler tarafından kullanıldığı ve geliştirildiği kabul edilmektedir. Savaşlardaki üstünlüğü, at üstüne kullanım kolaylığı ve etkinliği görüldüğünden, daha sonraları muhtemelen diğer toplumlar tarafından da kompozit yay yapımı benimsenmiştir. Deri tutkalının icadı ve kullanımları kaynaklarda bildirilmesine rağmen, kompozit yayda kullanımı icat edenler tarafından değil, Orta Asya göçebe toplulukları bakımından geliştirilmiş olması ilginçtir ve daha detaylı araştırılması gereken bir konudur.

1.4. İlk kompozit yay örnekleri

Basit ve kısa ahşap yaylarla iyi atış yapmak zordur, çünkü çekiş mesafesindeki küçük değişiklikler bile ok menziline ve hızında büyük farklılıklara yol açacaktır. Ahşap yayların savaştaki etkinliğini azaltan temel sorunlardan biri, kırılma veya ahşabın zamanla gevşeme eğilimleridir. Bu özelliğinden dolayı basit yaylarda çekme gücü zamanla değişebilmektedir (Miller vd, 1986). Basit ahşap yaylar kurduklarında esnekliğini kaybederek güçlerinin azalmasına rağmen kompozit yaylar iki yüz yıl gibi uzun bir süre kullanılabilirlerdir. Kompozit yayların bir diğer üstün yönü, kurulu bir yayda çekiş gücünün ahşap yaydan daha fazla enerjiye sahip olan bir noktadan başlamasıdır. Yayın gücü ve esnekliğinin ahşap, boynuz ve sinir oranlarını değiştirerek istenildiği çekiş gücünde yapılabilmesi, kompozit yayın yüzyıllar boyunca üstün bir silah olarak kalmasını sağlamıştır (Yücel, 1999; Gorman, 2016).

Kompozit yaylar, ahşap bir iskelet, boynuz, sinir ve yapıştırmak için hayvansal tutkallardan oluşmaktadır (Asbell vd, 1993). En iyi ve en kullanışlı yayların ağaç, sinir boynuz ve tutkaldan oluşan kompozit yaylar olduğu (Latham ve Paterson, 1970; Kooi, 1994; Grayson vd, 2007) ve boynuz-ahşap-sinir-tutkal kombinasyonunun, elastik ve mekanik mükemmelliğini oluşturduğu kabul edilmektedir (Klopsteg, 1987). Kompozit yay teknolojik olarak en gelişmiş olanıdır ve yapımı yüksek düzeyde beceri gerektirmektedir (Knecht, 1997). Kompozit yayların ilk kez nerede ve ne zaman ortaya çıktığı fazla ele alınmamış bir konudur. Farklı malzemelerin zıt ve tamamlayıcı özelliklerinden yararlanarak yapılan ilk silah olarak, silah teknolojisinde değişimi de beraberinde getirmiştir (Randall, 2016). Mevcut kanıtlar, bu teknolojinin, M.Ö. 3. bin yılda, Mezopotamya ve Anadolu'daki devlet düzeyindeki toplumlarda hem de Orta ve Kuzey Asya'nın bozkırlarındaki kabile göçebe kültürleri tarafından ayrı ayrı

ama aynı anda geliştirilmiş olduğu ileri sürülmektedir (Knecht, 1997; David, 2009). Kompozit yayın ilk defa antik çağda kullanıldığı bilinmektedir. Kesin tarihi ve kökeni bilinmemekle birlikte Hunlar, Partlar, Moğollar, Araplar ve Türkler gibi atlı okçuları yaygın olarak kullanan Orta Asya kültürleriyle ilişkilendirilmiş ve bozkır göçebeleri tarafından icat edildiği kabul edilmiştir (David, 2009; Gorman, 2016).

Tarihi süreçte, daha iyi bir yay yapmak için iki veya daha fazla ahşabı birbirine yapıştırma veya lamine etme fikri doğmuştur (Camera, 2010). İki parça ahşabın yapıştırılmasıyla yapılan Finno-Ugric yayının, Asya kompozit yayının atası olduğu ileri sürülmektedir (Lepola, 2015). Tarihsel süreci incelendiğinde çeşitli kompozit yay tasarımlarının varlığı dikkat çekmektedir. Çin'de bulunan yaklaşık 3000 yıllık yayda sinir döşeme konturlarının olduğu ve bu yayların, Çin'de 2000 yıl öncesine kadar kullanıldığı belirlenmiştir (Camera, 2010). Bazı kaynaklarda kompozit yay teknolojisinin M.Ö. 4. bin yıla kadar dayandığı belirtilmektedir (Randall, 2016).

İskitler (Sakalar) ve diğer Asya kavimleri ile temas eden Medler ve Persler okçuluğu kısa zamanda benimsemişlerdir. Hazar denizinin güneydoğusuna yerleşen Partlar İran ve Suriye'yi ele geçirmiş ve okçuluğu bu bölgede yaymışlardır. Yakınoğru'da ok ve yayı geniş ölçüde kullanan ilk devlet Asurlular olmuştur. Mısır'da M.Ö. 1400 yıllarına ait bir mezarda bulunan kompozit yayın Asur menşeli olduğu tahmin edilmektedir. Asya menşeli olan kompozit yay batıya doğru yayılıp Sasaniler'e geçmiş, daha sonra Büyük Selçuklu, Anadolu Selçuklu Türkleri ile Moğollar, Tatarlar ve Osmanlılar kompozit yayı geliştirmişlerdir (Yücel, 1999). Sibiryada bulunan kompozit yaylar, M.Ö. 2250-2000 arasında tarihlenmekte ve bu bölgede kompozit yapıda olan en eski yayları temsil etmektedir (Yadin, 1963).

1.5. Kompozit yayın gelişim aşamaları

Ahşap, boynuz, sinir ve bunları bir arada tutan tutkalla farklı kültürlerde farklı şekillerde kompozit yaylar yapılmış olmasına rağmen, tüm kompozit yayların bazı ortak özellikler vardır (Gorman, 2016). Bu yayların yapımında sinirin gerilme kuvveti ve boynuzun basınç mukavemeti gibi malzemelerin mekanik özelliklerinden yararlanılmıştır (Miller vd, 1986). Yayın verimliliği, yay kollarının kütlelerine bağlıdır ve hafif yay kolları verimliliği artırmaktadır (Kooi ve Bergman, 1997). Yay kollarının kısaltılıp kütlesi azaltıldığında, giriş bırakıldıktan sonra yay kolunun geri dönüşünde daha az enerji harcanmaktadır (Randall, 2016). Ayrıca, yay profilinin de performans üzerinde etkili olduğu ispatlanmıştır (Randall, 2016). Ters bükümlü yaylar çekmeye başlarken daha fazla enerji depolamaktadır. Bu nedenle yay başlarının refleksi hale getirilmesi önemli bir yenilik olmuştur (Hamm, 2000). Yay başlarının geri kıvrık olması giriş takıldığında ön gerilim sağlamaktadır. Bu nedenle kısa bir yaydan daha fazla çekiş mesafesi elde edilir. Dolayısıyla aynı çekiş mesafesinde, basit yaylardan daha fazla enerji depolayarak okun menziline ve gücünü artırmaktadır.

Uçbükümlü basit yaylar, düz basit yaylara göre %10-40 arasında daha etkilidir (Bergman, 1993; Hamm, 2000).

Üretimi maliyetli ve zor olan kompozit yaylar ise basit yayın menziline iki veya üç katına çıkarmıştır (Drews, 1993). Basit yaylara göre kompozit yayların geliştirilmiş performansı malzeme seçimine bağlanmaktadır. Sinir gerilim altında dört kat ahşaptan daha güçlüyken, boynuz basınç altında iki kat daha güçlüdür (Randall, 2016). Yaya sinir takviyesi, kırılma riskini azaltıp, çekiş mesafesinde ciddi bir azalmaya neden olmadan mekanik olarak verimli, daha kısa bir yay yapımını mümkün kılmıştır (Knecht, 1997). Kompozit yaylar, depolanan potansiyel enerjiyi oka aktarmada genellikle daha verimlidir ve diğer yaylarda görülen tepme ve salınım meydana gelmemektedir (Miller vd, 1986). Kompozit yayın ana üstünlüklerinden biri, basit ahşap yaylar gibi güç kaybetmeden, uzun süre gergin tutulabilmesidir. Yaylar, savaş süresince kurulu halde tutulabilir ve sürpriz bir saldırı durumunda bile her zaman kullanıma hazırdır. M.Ö. 2-1. bin yıl sanat eserlerinde temsil edilen savaş arabalarında bulunan üçgen yay kılıfları, yayı hava şartlarından ve sert darbelerden korumanın yanında aynı zamanda kurulu kompozit yayın taşındığını işaretidir (Miller vd, 1986).

Kompozit yaylarda boynuz ve sinirlerin yapıştırıldığı ahşap iskelet tutkalı iyi emen reçinesiz bir ağaçtan yapılabilir. Kavak, akçağaç ve dişbudak gibi ağaç türleri Persler, Türkler ve Eski Mısırlılar tarafından kullanılmıştır (Miller vd, 1986). Osmanlı yaylarında ova akçağacı (*Acer campestre* L.) kullanıldığı belirlenmiştir (Gündüz vd, 2013). Çin'de bulunan yaklaşık 3000 yıllık İskit yayında kullanılan ahşabın ılgın (*Tamarix*) olduğu ileri sürülmektedir (Loades, 2016). Kurak ve tuzlu Orta Asya bozkırlarında kolay yayılış gösteren ve esnek özelliğe sahip olan ılgının kullanılma ihtimali yüksektir. Ilgın hala Anadolu'da, esnekliğinden dolayı sepet yapımında da kullanılan bir türdür. Kompozit yayın üretimi için yay yapımına uygun ağaç türlerinin yetişmesi veya ticaretinin yapıyor olması gerekir. İlk bakışta, ekolojik koşulların kompozit yay gelişimine ivme kazandırdığını öne süren bu önerme mantıklı görünmektedir. Bununla birlikte, arkeolojik veriler, bu teknolojinin ilk olarak bol ve yay yapımı için uygun ahşap bulunan yerlerde ortaya çıktığını göstermektedir. Örneğin, Eski Mısırlılar yaylarını yapmak için akasya (*Acacia* sp.) ve keçiboynuzu (*Ceratonia siliqua*) gibi sert ağaçları da kullanmıştır. Kompozit yayın geliştirilmesinin nedeni kullanılabilir hammaddelerin eksikliği değilse, en azından kısmen mekanik olarak üstün bir silah üretme arzusundan kaynaklanmıştır (Knecht, 1997).

Antik dünyada, çeşitli şekil ve boyutlarda kompozit yayların kullanıldığı görülmektedir. Kiriş takılı halde üçgen ve çekildiğinde yarım daire oluşturan üçgen kompozit yaylar, Mezopotamya, Mısır ve Asur gibi medeniyetler tarafından kullanılmıştır. Keskin açılı bir kasan ve baş kısmına sahip kompozit yaylar, İskitler, Hunlar gibi Orta Asya devletleri tarafından yaygın olarak kullanılmıştır (Grayson, 2007). Çin'de kompozit yayın kullanılmaya başlaması M.Ö. 1700-1000 yılları arasına tarihlenmektedir (Yadin, 1963). Kompozit yayın icadı, Yakın Doğu askeri teknolojisinde önemli bir gelişme olmuştur. Kompozit yaylar, basit yaylardan daha güçlü ve daha kısa olması nedeniyle at üstünde daha kolay kullanılıyordu. Kanıtlar, kompozit yayın M.Ö. 4. bin yılın sonlarında bulunduğunu ve bu teknolojinin

tüm bölgeye yayıldığını gösteriyor. Kompozit yayların yapımı güç ve beceri istediğinden, yapımı için bir yıldan fazla süre gerektiği tahmin edilmektedir (White, 2020).

Sinir takviyeli kompozit yay teknolojisinin menşei Asya olup daha sonra diğer yerlere de taşınmıştır (Knecht, 1997). Kompozit yayların Erken Demir Çağında (yaklaşık M.Ö. 1200) itibaren Orta Asya'da ve Mezopotamya'da kullanıldığı bilinmektedir (Ceylan vd, 2020; Eser, 2022). Mezopotamya ve çevresinde M.Ö. 3. binyılın ortaları ile sonları arasında, yerleşim yerlerinde işlenmiş boynuz örneklerinin varlığı kompozit yay yapıldığını göstermektedir (Miller vd, 1986). Kompozit yayların net örnekleri, M.Ö. 3. bin yılın ortalarında Mezopotamya'da ve Akad sanat eserlerinde görülmekte, M.Ö. 2. bin yılın sonları ve 1. bin yılın başlarındaki sanat eserlerinde yaygın olarak temsil edilmektedir (Miller vd, 1986). Kompozit yayın en eski buluntuları, Sibiryadaki Baykal Gölü'nün kuzeybatısındaki M.Ö. 3. bin yılın sonuna tarihlenen boynuz şeritleridir (Ragnar, 2002). Mezopotamya'da M.Ö. 3. bin yılın ortalarında, Levant ve Mısır'da M.Ö. 2. bin yılın ortalarından itibaren savaşta kompozit yayların varlığı göze çarpmaktadır (Miller vd, 1986). Kompozit yayların pişmiş toprak eserlerdeki tasvirleri M.Ö. 4980'e tarihlenmesine rağmen, yaklaşık M.Ö. 2500-2250 yıllarına kadar gittiği iddia edilmektedir (Yadin, 1963).

Kompozit yaylar, hem Mezopotamya ve Anadolu'daki devlet düzeyindeki toplumlar, hem de Orta ve Kuzey Asya'nın bozkır bölgelerindeki göçebe kabile kültürleri tarafından ayrı ayrı ama aynı anda geliştirilmiş görünmektedir (Lepola, 2015). At üzerinde yay kullanımı ile kompozit yayın gelişiminin bağlantılı olduğu, atlı ulaşımının, hız ve manevra kabiliyetinin gerektirdiği yerlerde kısa ve güçlü bir yayın geliştirilme ihtiyacından doğduğu ileri sürülmektedir (Miller vd, 1986). At sırtında uzun bir yay hantaldır. Gücünü korurken, yayı kısaltmak için yüksek performanslı malzemelerin kullanılması gerekir (Ragnar, 2002). Atın ilk defa M.Ö. 4000 yıllarında göçebe çobanlar tarafından Karadeniz'in kuzeyindeki bozkırlarda evcilleştirildiği bilinmektedir (Morillo vd, 2009). Bu tez atı ilk defa Asya'da M.Ö. 3200 yıllarında evcilleştiren ve kullanan İskitler gibi (Cernenko vd, 1983) Asya toplumları için mantıklı görülmektedir. Hareketli ve göçebe hayat süren bu toplumlarda avlanmak ve kendilerini korumak için sürekli silah geliştirmek zorunda olduklarından, ellerindeki malzemelerle en iyi saldırı silahı olan kompozit yayı geliştirmiş olmaları doğaldır. Kısalığı, hafifliği, gücü, isabet kabiliyeti gibi özellikleri nedeniyle at üzerinde savaşta etkin kullanımı olan bir yay ancak kompozit yay tasarımı ve yapımı ile mümkün olmalıdır. Ok ve yayın at sırtında kullanılabilmesi için oldukça kısaltılmış ve hafifletilmiş olması icap eder ki aksi halde at üstünde hareket kabiliyetini kısıtlayacaktır. Bu bakımdan ilk kompozit yay örneklerinin Orta Asya'da ortaya çıktığı söylenebilir. Knecht (1997)'de bu görüşe katılarak, Asyalı atlıların, kullanım kolaylığı nedeniyle büyük olasılıkla daha kısa bir yayı tercih ettiklerini ve daha sonra diğer malzemelerle gücünü artırdıklarını belirtmektedir. Hunlar, Moğollar ve Avrasya bozkırlarından gelen diğer göçebe topluluklar, büyük topraklara hükmetmek için at sırtında kompozit yayı

kullanmıştır (Grayson, 2007). Grayson (2007)' da bu teoriyi destekleyerek kompozit yay tasarımının M.Ö. 3. bin yılda Orta Asya ve Orta Doğu'nun çeşitli kültürleri arasında bağımsız olarak ortaya çıkmış olabileceğini bildirmektedir. Kompozit yayların Yeni Asur İmparatorluğunda ilk örnekleri, Akad dönemindeki bir tasvirde M.Ö. 2200 yılına tarihlenmektedir (Kavak, 2022).

Kompozit yayların kullanıldığı Kadeş savaşı M.Ö. 1275 yılında II. Ramses zamanında (M.Ö. 1279-1213) Hititlerle yapılmış ve barış anlaşmasıyla sonuçlanmıştır. İskitlerden sonra gelen Anadolu kavimlerinden olan Hititlerin kompozit yay kullandıkları bilinmektedir (Bryce, 2007). Savaşta Hititlerin hafif vurucu gücü olan okçular önemli rol oynamışlardır. Bu savaşta Mısırlıların porsuk ağacından yapılmış kompozit yay kullandıkları, hafif okçu birliklerinin kullandığı yayların taşın çekilmiş ahşap üzerine boynuz ve sinirle yapıldığı bildirilmektedir (Buttery, 1974; David, 2009). Bütün halde hem kompozit hem de basit yaylar Tutankamun'un mezarında (M.Ö. 1332-1323) bulunmuştur. Bu yayların dördü dışında tümü köşeli kompozit yaylardır. Thutmose I mezarından çıkarılan kompozit yay ise M.Ö. 1526-1508 tarihlenmektedir. Mısır'daki kompozit yaylar 17. veya 18. hanedan zamanına, M.Ö. 1600 ile 1500 arasında tarihlenebilir. 11. hanedanlığa ait tipik çift içbükey basit yaylar ise kabaca M.Ö. 2000'e tarihlenir. Mısır'da bir çift antilop boynuzundan yapılmış en eski kompozit yay M.Ö. 3200 ile 2950 arasında tarihlenmektedir. Mısırlılarda yayın gelişimi üç aşamada değerlendirilebilir. İlki, M.Ö. 2300-

1850 dönemini kapsar ve Hiksos istilasından hemen önceki döneme ait köşeli profile sahip yaylardır. Köşeli yay profilinin Mezopotamya'da yaklaşık M.Ö. 2300'e kadar devam ettiği anlaşılmaktadır. Mevcut kaynaklardan hiçbirinde, Hiksos'un Mısır'ı işgalinden önce kompozit yayın varlığına dair kesin delil yoktur ve Nil vadisinde M.Ö. 1678'den önce Hiksos prenslerinin zamanına kadar mevcut değildir. İkinci bölüm, M.Ö. 2400-1900 yıllarını kapsar ve büyük olasılıkla olimpik tasarıma sahip olan, çift içbükey profilli yaylardır. Üçüncü bölüm M.Ö. 2400 öncesi dönemdeki yaylar çift içbükey profile sahiptir. Piramit metinlerindeki farklı yay örnekleri, M.Ö. 2353-2323 arasında tarihlenmektedir (Yadin, 1963; Clark vd, 1974). Eski Mısır yay örnekleri birçok farklı bölgede rastlanmasına rağmen en ünlü ve iyi korunmuş olanlar Tutankamun'un mezarından çıkarılmıştır (Şekil 2). Bunlardan kompozit yay olanlarında, dişbudak, huş ve kiraz ağaçlarının kullanıldığı belirlenmiştir. Mısırlıların yay imalatında en yaygın akasya (*Acacia* sp) olmak üzere, çaltı (*Paliurus spina-christi*) ve ılgın (*Tamarix nilotica*, *T. aphylla*), keçi boynuzu (*Ceratonia siliqua*), yabani hurma (*Diospyros* sp), Senegal abanozu (*Dalbergia melanoxylon*) gibi ağaç türlerini de kullandıkları bilinmektedir. Mısır için yerli olan bu türlerin dışında, dişbudak (*Fraxinus ornus*), huş (*Betula* sp), şimşir (*Buxus* sp) gibi türler de Anadolu veya Suriye'den tedarik edilmiştir. Kirişlerinin ise keten ve bağırsaktan yapıldığı belirlenmiştir. Kullanılan kompozit malzemeler hakkında bilgi verilmemiştir (McLeod, W. 1970; Clark vd, 1974; Western ve McLeod, 1995; Loew, 2013).



Şekil 2. Tutankamun'un Mezarından Çıkan Yaylar (Spalinger, 2005).
Figure 2. Bows from Tutankhamun's Tomb (Spalinger, 2005).

M.Ö. 2400'den önce yay profilinde değişiklik gözlenmektedir. Yapılan ikonografik analizler, basit yaylardan kompozit yaylara geçişin M.Ö. 3000'den en az birkaç yüzyıl önce gerçekleştiğini göstermektedir (Yadin, 1963). Mezopotamya'da M.Ö. 3800-3100 arasındaki dönem, kompozit yayların ikonografik eserlerde bir geçiş dönemini temsil etmektedir (Yadin, 1963). Bu geçiş döneminde (M.Ö. 3800-3100) yaygın olan yay profili çift içbükeydir ve statik bir tasarımdan (sert-katı baş kısımlara sahip yaylar) ve geniş, düz yay kollarından oluşmaktadır (Yadin, 1963).

M.Ö. 3800-2400 arasındaki dönemde, yayların baş kısımları bükülmeyen, günümüzdeki kompozit yay tasarımına benzer profile ortaya çıkmıştır. M.Ö. 3000'den itibaren, bölgedeki tüm ikonografik deliller, yay uzunluklarının 150 cm'den az olduğunu göstermektedir. Mısırlılar'da basit yaydan kompozit yayla geçişin tedrici olduğu söylenebilir. Tutankamun'un mezarındaki basit yayların varlığı bu yay yapım tekniğinin muhtemelen bir süre daha devam ettiğini göstermektedir. Basit yaylar, M.Ö. 4. bin yılın sonunda aşamalı olarak kullanımdan kalkmış, M.Ö. 2400 yılına gelindiğinde, çift içbükey profilli form, daha sonra yerini

uzun başlara sahip dinamik olimpik yay tasarımına bırakmıştır. M.Ö. 1850 yılından önce, çift içbükey profilli yayların ikonografik temsilleri ortadan kalkmış ve yerini köşeli profilli yaylar almıştır. Köşeli yaylar, ikonografik kayıtlarda ilk kez yaklaşık M.Ö. 2300'de ortaya çıkmıştır. Çift içbükey yaylar 3. bin yılın büyük bir bölümünde Mezopotamya ve Elam ikonografisinde görülmeye devam etmiş, ancak M.Ö. 2400'lerde yay tasarımı, statik dışbükey yaydan, dinamik dışbükey yay tasarımına geçiş yapmıştır (Yadin, 1963). M.Ö. 3. bin yıl ve erken 2. bin yıl boyunca ahşap yaylar, Mısır'da ve Doğu Akdeniz'de savaşlarda kullanılmıştır. Mezopotamya'da basit ahşap yaylar, kompozit yayın kullanılmaya başlandığı M.Ö. 3. bin yılın ortalarına kadar birincil silahlardan biri olmuştur (Miller vd, 1986).

Orta Çağ'dan modern döneme kadar, kompozit yay, Asya'nın yanı sıra Doğu Avrupa'nın bazı bölgelerinde baskın bir menzil silahı olarak kullanılmıştır (Grayson, 2007). Doğu toplumlarında olan Avarlar, Avrupayı istila ettiği Ortaçağ dönemi başlarında kompozit ve ters bükümlü yayları kullanmışlardır (Hamm, 2000). Kompozit yay tasarımındaki değişiklikler, Asya halkları arasında nispeten yakın zamanlara kadar devam etmiştir. Örneğin MS 17. yüzyıl Türk okçuları yaylarını yaklaşık 116 cm'ye kadar kısaltmışlar (Knecht, 1997) form ve yapım tekniği bakımından emsallerinden çok daha verimli yayları meydana getirmişlerdir.

Yaydaki verimsizliğinin büyük çoğunluğu yay kollarının geri dönüşündeki enerji kaybına bağlıdır. Verimli bir kompozit yay çekiş gücünün % 80'inden fazlasını okta aktarabilmelidir. Verimlilik açısından salın gösterdiği salınım hareketi yay kütlesinden daha önemlidir. Salınımın artırılması hızın düşmesine neden olmaktadır. Aynı profile sahip yaylar karşılaştırıldığında basit yaylarda enerji transfer verimliliği % 45 iken kompozit yaylarda % 80 den daha fazla olmaktadır. Bu aktarılan fazla enerji menzilde %75'lik bir farka tekabül etmektedir. Bu bakımdan kompozit yay kullanımının birincil avantajı ok menziline artırmasıdır (Yadin, 1963). Bu veriler kompozit yayların basit yaylara göre üstünlüğünü kanıtlamaktadır. Yayın verimliliği savaşta düşmana karşı üstünlük kurmada ve savaşın kaderini belirlemede önemli bir unsurdur. Yay gücünün ve menzilin artması düşmanın hedef menziline girmeden ve zarar görmeden, daha uzak mesafeye ok atabilme kabiliyeti ile mümkün olabilmektedir. Bu bakımdan savaşlarda kompozit yay kullanan ordular, basit yay kullananlara karşı zafer kazanmada önemli bir üstünlük elde etmektedir. Kompozit yayların üstünlüğü sadece enerji verimliliği ile sınırlanmamalıdır. Basit yayların yanında kullanım kolaylığı ve uzun ömürlü olmaları da diğer üstün yanları olarak görülmelidir.

Kompozit yayın bilinen şeklini alması mutlaka uzun bir zaman sürecinde gerçekleşmiş olmalıdır. Muhtemelen önceleri basit yaylara keten gibi doğal bitki liflerinin dōşenmesi suretiyle, daha sonraları ise sal kısmına boynuz ve sinir dōşenerek kompozit yaylar geliştirilmiş olmalıdır. Loades (2016) ve Murdoch (1890) Kızılderili'lerin yayların kırılmasını önlemek için sinir şeritlerle desteklenmiş ahşap yaylar kullandığını bildirmektedir. Bu bilgi kompozit yayların ortaya çıkmasından önce de basit yayların

yapımında, sal kısımlarında sinir veya bitki lifleri gibi farkı elastik malzemelerin kullanıldığı tezini doğrulamaktadır. Bu liflerin dōşenmesi yayın kırılmasını önlediği gibi emsallerine göre çekiş kuvvetini önemli derecede arttırmış olmalıdır. Uzun basit kompozit yayların ebatlarından dolayı kullanma güçlüğü, daha ağır olması ve savaş arabalarında daha küçük yaylara ihtiyaç duyulması, bugünkü forma yakın uçbükümlü refleks yayların gelişimini sağlamış olmalıdır. Bu gelişim, basit yayların sal kısımlarının sinir veya başka lifli malzemeler ile desteklenmesi suretiyle kırılmaların önlenmesi, iç kısımlarına boynuz vurulması ile çekiş kuvvetlerinin artırılması ve daha sonra ise Firavunlar devrinde örnekleri görülen köşeli yay formlarının geliştirilmesi ve en son olarak da baş ve kasan kısımlarının geriye doğru bükülerek yapılan günümüz kompozit yaylarına benzer bir form ortaya çıkmış olmalıdır. Çünkü yayı çekerken kaldıraç görevi gören kasan ve baş kısımları aynı çekiş mesafesinde daha fazla enerji depolanmasını sağlamıştır.

1.6. At, savaş arabaları ve kompozit yay kullanımı

Eski ordular çoğunlukla aynı tür teçhizatla savaşmış, ancak basit yay yerine kompozit yay, bakır yerine bronz, bronz yerine demir gibi yeniliklerin devrim niteliğinde etkileri olmuş, hatta at, savaş arabası ve kompozit yaydan oluşan silah sisteminin nükleer çağa kadar etkisi görülmüştür (Bradford, 2001). M.Ö 4000 yıllarında evcilleştirilen at, savaşlarda 3200 yıllarında kullanılmaya başlanmıştır. Atın hareket kabiliyeti başka bir bozkır yeniliği olan kompozit yay ile birleştirildiğinde yıkıcı bir taktik sistemi elde edilmiş, hareketlilik ve atış gücünü bir araya getirmiştir. Kompozit yayın nispeten küçük boyutu, at sırtında kullanan biri için ideal bir silah haline getirmiştir. Atın ilk defa bir savaş aracı yapılması ve okçu-süvari ordularının ortaya çıkışı Türklerin eseri olmuş ve askeri üstünlüklerini bu sayede sağlamışlardır. Yeni bir silah sistemi olan savaş arabalarının ilk defa M.Ö. 1700'lü yıllarda kullanılmaya başladığı düşünülmektedir. Atların hızı, kompozit yayın olağanüstü atış gücü ve uzun menzili, savaş arabalarını seçkin bir silah haline getirmiş ve Geç Tunç Çağı'nın en üstün silahı olmuştur. Savaş arabaları düşmana uzun mesafeden ok atışları yapılmasına ve hızla geri çekilmesine imkan vermiştir (Klopsteg, 1987; Aydoğan, 2005; Morillo vd., 2009; Vidal, 2010; Genz, ve Mielke, 2011).

Orta Krallık rölyefleri, (M.Ö. 2040 - 1785) Mısırlıların tek parça, güçlü esnek ağaçlardan yapılmış yaylar kullandığını gösteriyor. Kompozit yayın Mısır'a ne zaman geldiği tam olarak bilinmemekle birlikte yay ve savaş arabasının Mısır'da kullanılmaya başlanması Hiksos istilasıyla ilişkilendirilmekte ve bu kompozit teknolojinin en erken M.Ö. 1900 ile en geç M.Ö. 1700 arasında geldiği birçok bilim insanı tarafından kabul edilmektedir (Yadin, 1963; Spalinger, 2005; Randall, 2016). Mısır'a Ön Asya'dan M.Ö. 1710-1600 yılları arasında olan bu göç hareketi Mısır'ın yaşadığı ilk geniş çaplı ve uzun süreli istila hareketidir. Hiksos'lar kompozit yayları sayesinde savaşlarda Mısırlılara karşı üstünlük sağlamışlar (Buttery, 1974) ve Mısır'a 200 yıla yakın (Bradford, 2001) egemen olmuşlardır. Hiksos'ların içinde Hint-Avrupa ve hatta Asyalı kavimler

bulunmakta fakat büyük kısmını Sami kavimler oluşturmaktadır (URL1). Atlı savaş arabalarının ve kompozit yayın Hiksos tarafından M.Ö. 1782 tarihinden kısa bir süre önce Mısır'a getirildiğine inanılmaktadır. Eski Mısır'a kompozit yapım tekniklerinin gelişinden sonra en az birkaç yüzyıl boyunca basit yayların üretimi ve kullanımı devam ederken, kompozit yayların benimsenmesi Firavun I. Ahmose (M.Ö. 1539-1514) ile olmuştur (Yadin, 1963; David, 2009). Geleneksel savaşa biçimini altüst eden bu yeni savaş taktiği, dikkati daha çok okçuya odaklamıştır. Hiksos Dönemi, geleneksel olarak Nil Vadisi'nde askeri teknolojide büyük bir değişikliğin gerçekleştiği zaman olarak kabul edilmiştir. Mısırlılar M.Ö. 1400-1390 yıllarında IV. Thutmose'un saltanatı sırasında basit içbükey yaylarını üçgen kompozit yaylarla değiştirmeye başlamıştır (Spalinger, 2005).

Güney Mezopotamya'da (M.Ö. 2125) ve Mısır'daki İkinci Orta dönemin sonunda (M.Ö. 1539-1514) yay kullanımı savaş arabasıyla ilişkilendirilmektedir. Savaş arabalarının mobil okçuluk platformu olarak benimsenmesiyle birlikte kompozit yay boyutu önemli hale gelmiştir. Savaş arabasının icadı hareketli bir okçuluk platformunu yaratmış ve kompozit yayın icadı ile birlikte Orta ve Geç Tunç Çağı dönemlerinde ve Demir Çağı'nda (yaklaşık M.Ö. 1200) antik Yakın Doğu'da savaşların yönünü belirleyici rol oynamıştır (Yadin, 1963; Hamm, 2000). Savaşlarda uzun yaylı yaya okçuların manevra kabiliyetinin az olması, savaş arabalarıyla karşı karşıya kaldıklarında bir handikap teşkil etmekteydi. Kısa kompozit yaylar savaş arabasında ve at üzerinde yayı daha kullanışlı hale getirmiştir. M.Ö. 3. binyılın ortalarına doğru Mezopotamya savaşında atlı arabaların kullanılmaya başlanmasından kısa bir süre sonra, doğru, güvenilir ve daha iyi manevra imkânı sunan kompozit yayın ortaya çıkışı tesadüf değildir (Miller vd, 1986; Randall, 2016). Hititlerde de savaş arabaları seçkin birlikler içerisinde yer almaktadır (Morillo vd, 2009). M.Ö. 3. bin yılın ortalarında savaş arabasının kullanılmaya başlanması, daha kısa yaylara yönelik eğilimi güçlendirmiştir (Ragnar, 2002).

Savaş arabasının ve kompozit yayın tam olarak ne zaman ortaya çıktığı ve kabaca aynı zamanda ortaya çıkıp çıkmadıkları ele alınmamıştır, ancak bazı yazarlar hem savaş arabasının hem de kompozit yayın aynı anda geliştiğini düşünmektedir. M.Ö. 2. bin yılın başlarında savaş arabaları önemli bir askeri ünite haline gelmiştir. Kompozit yay ve savaş arabası arasındaki bu ilişki, doğal olarak, savaş arabası okçuluğunun, kompozit yayın tasvir edilip edilmediğini belirlemek için ikonografideki yay profilleri incelenmiş ve savaş arabasının kompozit yayın gelişimi için itici güç olmadığı anlaşılmıştır (Yadin, 1963). Bu teori ilk defa savaş arabası kullanan toplumlar için geçerli olabilir ama atla savaşmaya alışkın Orta Asya toplumlarında at üzerinde kullanımı için yayın kısa ve güçlü olması gerektiği açıktır. Bu bakımdan kompozit yay gelişimini savaş arabalarının gelişimine paralel kabul etmek doğru bir teori olmayacaktır. Savaş arabalarında kompozit yay kullanımı avantaj sağlamaktadır. Çünkü okçunun hareket halinde ve her yöne atış yapması zorunluluğu varsayıldığında uzun bir yayın savaş arabasında verimli olarak kullanımı mümkün

görünmemektedir. Drews (1993)'de Kompozit yayların savaş arabası savaşçıları için uygun olduğunu ifade etmektedir. Fakat kompozit yayın gelişimi savaş arabalarının ortaya çıkışına dayandırılmaz. Savaş arabalarının benimsenmesi, ok menziline artırması nedeniyle muhtemelen kompozit yayın kullanımını teşvik etmiştir. Kompozit yaylar basit yayın menziline iki veya üç katına çıkarmıştır. Menzildeki bu artış o kadar önemlidir ki kompozit yay hızla yayılış göstererek M.Ö. 2. bin yılın başlarında Mezopotamya ve Mısır'da savaş arabaları ile birlikte etkili şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Yadin, 1963; Drews, 1993). Bu bakımdan savaş arabasının kullanılması, önceden var olan kompozit yay teknolojisinin, Tunç Çağı sonunda daha etkili hale getirmiştir (Randall, 2016). Kompozit yapıyla geliştirilmiş performans, artan hareket kabiliyeti ile birlikte eklenen menzil, antik dünyanın savaşlarında güçlü bir kuvvet çarpanı olmuş, benimsenmesini ve savaş arabalarında kullanımını teşvik etmiştir (Yadin, 1963).

1.7. Avrupa'da kompozit yay kullanımı

Tarih öncesi kuzey-batı Avrupa'da kullanılan yaylar basit yaylardır (Kooi ve Bergman, 1997). İsviçre'de nadir bir Neolitik buluntu dışında, Ortaçağ Batı Avrupa'sında kompozit yaylara dair hiçbir arkeolojik kanıt yoktur ve genel kabul gören husus, kompozit yayın Batı Avrupa'daki Cermen kavimlerinde hiçbir zaman geniş çapta benimsenmediğidir. Ortaçağ'ın sonunda kompozit yay kullanıma dair kanıtlar özellikle, İtalya'nın belirli bölgelerinde bazı metinlerde ve Geç Ortaçağ arkeolojik kanıtlarında rastlanmıştır. Fakat bu kompozit yay resimlerinin Müslümanlarla ticaret yapan bölgelerde rastlandığı belirtilmektedir. 1360 tarihli Macar kroniklerinde kompozit yaylarla tasvir edilmiş askerler görülmektedir. İncilde'de kompozit yay ihtiva eden tasvirler bulunmaktadır. Fakat bu kaynaklar Avrupa'da kompozit yayın kullanıldığına delil kabul edilmemektedir. Kompozit yay kullanılmamasının nedenleri olarak aşırı nemli Avrupa ikliminin kompozit yayların çürümesine neden olduğu ve Avrupalı askerlerin kompozit yayın kullanımını bilmemeleri ileri sürülmektedir (Gorman, 2016; Kozowyk vd, 2020). Diğer neden, karmaşık yapım tekniğini kavrayamamış olmaları veya yay yapımına uygun malzeme bulamamaları olabilir. Çünkü kompozit yayların yapımı uzun süren ve oldukça gelişmiş beceriler gerektirdiğinden yüksek statülü ve maliyetli silahlardır (Yücel, 1999; Loades, 2016). Tüm protein bazlı tutkallar iklim şartlarından, özellikle nemli koşullardan kolay etkilenmektedir. Uygun muhafaza edilmedikleri taktirde mikrobiyal bozulmaya eğilimlidir. Bu nedenle muhtemelen arkeolojik kayıtlarda protein bazlı tutkallara fazla rastlanmamaktadır (Langejans vd, 2022). Yadin (1963)'de bu görüşe katılmakta ve ahşap, kemik, boynuz, geyik boynuzu ve sinir gibi yayı oluşturan malzemelerin fiziksel bozulmaya maruz kaldığından, antik dünyadan kalan yay kalıntılarının nadir olduğunu belirtmektedir.

Kompozit yayın batı dünyasına girişi M.Ö. 63-MS 14 yıllarında doğudan gelen Part paralı askerleri ile olduğu bilinmektedir. Avrupada rastlanan kompozit yay örnekleri

ise Hunlar gibi savaşçı toplumlara aittir. Sibirya bölgesindeki mezarlarda M.Ö. 3000-2000 yıllarına ait boynuz yaylar tespit edilmiştir. Bu yaylar ters bükümlü olmayan basit formda ve kasansız, boyları 102-150 cm arasında değişen sadece ahşap ve boynuz kullanılarak yapılan kompozit yaylardır (Hamm, 2000). Avrupa'da ahşap, sinir ve boynuz kullanılarak yapılan ilk kompozit yay ise Yrzi yayıdır. Bu yayın da kasan kısmı yoktur (Hamm, 2000). Yunan seramik betimlemelerinde ters bükümlü kompozit yaylar tasvir edilmesine rağmen, bu tasarım Yunanistan'a özgü değildir. Muhtemelen paralı savaşçılar olan İskit yaylarından esinlenerek resimlenmiş olmalıdır (Bowyer, 2017). Kompozit yay çok daha sonraları 16. yüzyılda Osmanlılar tarafından bir kere daha Avrupa ortalarına kadar götürülmüştür (Yücel, 1999).

1.8. Türklerde kompozit yay kullanımı

Dünya tarihinde askerlik ve harp sanatı açısından dikkat çeken milletlerin başında Türkler gelmektedir (Eralp, 1993). Orta Asya bozkırlarının diğer göçebe halkları gibi, Türkler de üstün atlılar ve tecrübeli savaşçılar olup kompozit yay ve kılıç konusunda uzmandılar (David, 2009). Bulunduğu zorlu coğrafyada hayatta kalmanın tek yolu sağlam bir ordu ve üstün silahlara sahip olmaktır. Bu bakımdan silah yapımı Türklerde en üst düzeyde gelişme göstermiş, mükemmel yaylar üretmiş ve bunları maharetli bir şekilde kullanmışlardır (Göksu, 2013; Küçük, 2018). Ok ve yay kullanımı Orta Asya toplamları için adeta bir zorunluluktur. Hareketli ve mücadeleli hayatlarını sürdürmek için ata ve at sırtında kullandıkları ok-yaya muhtaçtı. Göçebe, bozkırdaki hareketli hayatında gerek av gerekse düşmanla karşılaştığı kısa fırsat anını değerlendirmek zorundadır. Beslenme ve savunmasını sağlayan bir araç olarak ok ve yay göçebe insanın hayatında belki attan bile daha önemli yeri vardı. Hatta ok ve yay bu kültürü yönlendiren unsur olmuş, eski Türklerde yay göğü temsil ettiğinden kutsal sayılmış ve şaman ayinlerinde ve Türk boylarının yarışmalarında kullanılmıştır (Ögel, 1971; Yücel, 1999; Mikhailov ve Kainov, 2011; Yönel ve Türkmen, 2017). Türk kompozit yayı hakkındaki bilgileri yabancı kaynaklardan öğreniyoruz. Bunun sebebi ise M.S. 6. yüzyıla kadar eski Türk devletlerinin yazılı belge bırakmamış olmalarından kaynaklanmaktadır (Bozdemir, 1982). Türk yayının nasıl ortaya çıktığına tercih ettikleri bozkır yaşamı açıklık getirebilir. Henüz çocuk yaşta at binme ve yay kullanmaları nedeniyle Türkler için at ve yay ayrılmaz bir ikili olmuştur. At üzerinde yayın kullanışlı olması, yani okçunun hareket kabiliyetini sınırlamaması gerekiyordu. Uzun yaylar at üzerinde okçunun hareket kabiliyetini sınırlayacağından daha kullanışlı yapıya sahip olan kısa Türk kompozit yayını geliştirmişlerdir (İkibeş, 2022).

Ok ve yay Türklerin hayatlarının ayrılmaz bir parçası olmuştur. Buna bağlı olarak okçu millet olarak tarihte yer edinmeleri Türklerin en müstesna ve mümtaz özelliği olmuştur. Mete Han'ın, "Ok ve yay gerebilen kavimleri bir aile gibi birleştirdim, şimdi onlar Hun oldular" şeklindeki açıklaması bunun en güzel delilidir. 26 adet büyüklü küçükü devleti ortadan kaldırarak, Hun siyasî birliğini kuran Mete Han, ok ve yay kullanmakta diğer milletlerden

üstün tuttuğu Türkleri bu şekilde izah etmiştir (Çay, 2009; Metin, 2014; Gumilev, 2005). Orta Asya'da Hunlar döneminden kalma kompozit yay örnekleri bulunmuştur (Reisinger, 2010). Savaşlarda en mükemmel okçular olarak yetiştirmek ve orduyu yönetmek üzere, kendi icat ettiği "ötkün" okları icat etmiştir (Brion, 2018).

Tarihte geniş topraklara sahip ilk okçu millet İskitlerdir (Sakalar). İskitlerin tüm antik dünyada ün kazandıkları silah ok ve yaydı (Yücel, 1999; Cunliffe 2019). İskitlerin dinlerinin, dillerinin, sanatlarının, gelenek ve göreneklerinin eski Türklerle bağlantıları ve çok yönlü benzerlikleri, İskitlerin büyük çoğunluğunun, özellikle hâkim tabakanın Türk olduğu kanaatini doğurmaktadır. Kendilerinden sonra tarih sahnesine çıkan bozkır kavimleri, özellikle Türk kökenli kavimlerin kültürleri ile İskit kültürü arasındaki paralellik ve benzerlikler de ayrıca dikkate değer bir husus olarak görülüyor. Hatta Sakalar'a ismini veren Sa/Sak kelimesinin birçok Türk lehçesinde yaygın anlamlarından biri "yay" dır. Ayrıca, Sakaların çok iyi yay ve ok kullanmaları, bu özelliklerinin hem yazılı kaynaklar ve hem de arkeolojik bulgularla tespit edilmesi, onların adının yay ve okun birleşmesinden oluştuğu tezini kuvvetlendirmektedir. Bu bakımdan İskit/Saka adıyla anılan toplulukların Türk kültürü dairesi içinde yer aldıkları ortaya konulmuştur. Ural-Altay ırkına mensup bir kavim olduğu ve hatta Türk oldukları tezi gitgide bilim dünyasında kabul edilen göçebe İskitler (Durmuş, 2007), Asya'nın geniş bölgelerini kapsayan başarılı okçular ve atlılardı. Hatta İskit ordusu, çok az yaya birlikleri hariç, süvarilerden oluşmaktaydı (Knecht, 1997; 2008; Durmuş, 2019). Savaşlara at üzerinde yay kullanabilmek için kısaltılması gerektiği anlaşıldığından, İskitlerin savaş taktiklerini oluşturmada kompozit yayın etkisi büyük olmalıdır. Atın üzerinde yay gerip ok atabilme ve ani saldırıp geri çekilebilme kabiliyeti üstünlüklerinde önemli etken olmuştur. At üzerinde yay etkili bir savaş silahı hâline getirmişler ve saldırı silahları arasında ok ve yay ile "uzak savaş" usulünü benimsemişlerdir. İskitler yiğitliği ve kabiliyeti, atlarının hızı, yay ve oklarının mükemmelliği sayesinde istedikleri coğrafyayı kendilerine yurt edinmişlerdir (Durmuş, 2008).

Farklı yer ve zamanlarda imal edilmiş ve kullanılmış olmasına rağmen ilk yapılan kompozit yaylar İskit yaylarıdır (Loades, 2016; Durmuş, 2019). İskitlerde kurgan kültürünün olması, açılan mezarlarda, arasında kompozit yay olan birçok eşyanın elde edilmesini sağlamıştır (Cernenko vd, 1983; Tarhan, 2002; Durmuş, 2007, 2008; Cunliffe, 2019) (Şekil 3). İskit erkekleri ve kadınları kompozit İskit yayını çok iyi kullanan savaşçılardı. Silah teknolojisinde büyük bir ilerleme kabul edilen kompozit yay, okların daha hızlı ve daha uzağa uçmasını sağlamaktaydı (Simpson ve Pankova, 2017). İskitler kompozit yayın çekiş mesafesini ve etkinliğini en üst düzeye çıkarmıştır. Uzaktan atışı esas alan bu bozkır savaş sisteminde ok menzili 500 metrenin üzerinde, hatta doğu bozkırlarında menzilin 660- 884 metre arasında olduğu bilinmektedir (Durmuş, 2008). M.Ö. 3. yüzyılda, savaş taktikleri ve koruyucu zırhlardaki değişiklikler, temel İskit yay tasarımında değişiklik yapılmasını gerektirmiş, Hunlar ve Avarlar gibi Orta Asya

halkları, yaylarının baş kısımlarını keskin açılı tasarlamışlardır. Yayı kısaltan bu form değişikliği, kiriş takıldığında meydana gelen ön gerilim sayesinde çekişe

başlarken daha yüksek bir çekme kuvveti oluşturmuş ve enerji depolamasını arttırarak daha ağır bir okun daha verimli bir şekilde atılmasını sağlamıştır (Knecht, 1997).



Şekil 3. Kul'-Oba Altın Sürahi Üzerinde Karakteristik Giyimli İskit Savaşçısı Kompozit Bir Yayı Germesinin Tasvir Edilmesi (Cunliffe 2019).

Figure 3. A Depiction of Scythian Warrior, in Characteristic Clothing, Stretching a Composite Bow on a Kul'-Oba Gold Jug (Cunliffe 2019).

Stratejik ve taktiksel hareketlilik göçebelerin askeri başarısının anahtarıydı. Bozkır halkları sürülerini ve otlaklarını korumak için savaşırken, kendilerine özgü ve son derece etkili bir savaş yöntemi olan atlı okçuluğu geliştirdiler. At sırtındayken kullanımı kolay olan kısa ve güçlü kompozit yaylar kullandılar. Buna kompozit yaylarından ve yaşam tarzlarından türetilen eşsiz askerlik becerileri ve isabetli atış yeteneklerini de eklediler. Dakikada yirmiden fazla oku yüksek bir isabet ve hızla atış yapıyorlardı (Morillo vd., 2009; Hinds, 2010). Örneğin Partlar, geri çekilirken at sırtında ok atma taktikleriyle ünlenmişti. Part atışı olarak tanımlanan ve aslında İskitler tarafından geliştirilen at üzerinde geri dönerek yapılan ok atışı ile takip eden düşmanlara kayıplar verdirdikleri bir taktik uygulamışlardır. Bu taktik Urartular tarafından da uygulanmıştır (Cunliffe, 2019; Belis ve Colburn, 2020). İskit kompozit yayları kısa olduğundan at üzerinde kullanıma uygundur. İskitler kahramanlıkları ve savaş taktikleriyle de birçok kavimden farklılık göstermiştir. Onlara saldıranlar ellerinden kurtulamazdı, hepsi atlı ve ok atarak savaşmışlardır. Eski Türk toplulukları da aynı şekilde mücadele etmekteydiler. Türkler at üzerinde yayı etkili bir savaş silahı haline getirmişler ve at sayesinde süratli manevra kabiliyetine sahip oldukları için "uzak savaş" usulünü benimsemişlerdir (Tarhan, 2002).

Hemen hemen tüm Asya'da kompozit yay kullanılmıştır (Kooi, 1993). Basit bir ahşap yay ile aynı kütleye sahip bir kompozit yayın çok daha büyük bir çekiş gücüne sahip olması menzil atışlarındaki performansını açıklamaktadır. Buna, oldukça refleks ve çok hafif olmasına rağmen çok güçlü ve uzak mesafelere ok atabilen Türk yayları örnek verilebilir (Kooi ve Bergman, 1997). Birçok millet, boynuz ve sinirden yapılan kompozit yayları kullanmasına rağmen, olağanüstü gücü, etkinliği ve aynı zamanda küçük, zarif ve hafif yayların yapımında hiçbiri Türkler kadar uzmanlaşmamıştır (Klopsteg, 1934). Türk yaylarının diğer kompozit yaylardan tasarım farklılıkları, malzeme ve yapım teknikleri performansını arttırmıştır (Karpowicz, 2008). Bu mükemmelliğe ulaşabilmek için yüzyıllar süren yorucu bir deneme ve araştırma çabası verilmiş, maliyetli ve temini güç olsa da daima en uygun ve kaliteli malzeme kullanılmıştır (Yücel, 1999; Parlak, 2020). En iyi malzemelerin kombinasyonu ile yapılmış Türk yaylarında, birim kütle başına depolanan enerji miktarı bu yayların üstün performansını meydana getirmiştir (Kooi, 1994). Türkler, mühendislik harikası (Doğan, 2017) olarak görülen yayları tasarım ve yapımın zirvesine çıkarmıştır (Knecht, 1997). Bunda; kullanılan malzemelerin en üst kalitede olmasının yanında, ustalık, yüksek el becerisi, sabır ve yay yapımının tüm aşamalarına hakimiyet ve bileşenleri doğru ölçülerle kullanmak konusundaki titizlikleri gelmektedir (Klopsteg, 1987) (Şekil 4).



Şekil 4. Türk Yayı Yapım Aşamalarından İki Örnek; Halkaya Çekme ve Asa Gezinde Yayın Açılması (S.Parlak, 2022).
Figure 4. Two Examples of Turkish Bow Making Stages: Pretzel Shape for Seasoning and Tillering in Asa Gez (S.Parlak, 2022).

2. Sonuç

Ok ve yay, tarih boyunca toplumlarda hem saldırı hem de savunma silahı olarak, ateşli silah teknolojisi gelişinceye kadar etkili bir şekilde kullanılmış, savaşların kaderini etkileyen en önemli silahlardan biri olmuştur. İlk çağlarda, esnek ağaçlardan yapılan basit yayların kırılabilirliği ve zamanla ahşabın esneklik özelliğini yitirmesi, insanları bu silahı geliştirmeye, daha kullanışlı ve etkin yapmaya yöneltmiştir. Bu geliştirme arayışında muhtemelen çok farklı formlarda ve malzemelerle denemeler yapılmıştır. Basit yaylardan farklı malzemelerle kompozit yay form ve imalatlarının geliştirildiği dönemde, form bakımından farklı, köşeli yay tipleri görülmektedir. Muhtemelen yayın kısaltılması ve sürekli gerili halde ağaç malzemenin deforme olmasını önlemek amacıyla, kabzada keskin bir açı oluşturulmak suretiyle köşeli yaylar imal edilmiştir. Bu suretle ahşabın deformasyonu geciktirildiği gibi, daha düşük kabza-kiriş mesafesi elde edilerek daha fazla çekiş mesafesi ile ahşabın limitlerine kadar kullanıldığı söylenebilir.

İlk kompozit yayın, her zaman hareketli bir yaşam süren ve kendilerini ve hayvanlarını korumak için silah geliştirmek zorunda olan göçebe kültürlerle ait olması doğaldır. Bu göçebe kültürlerde yerleşik ve tarıma dayalı hayata geçişin çok geç olması nedeniyle uzun süre hayvancılıkla uğraşmaları, ellerindeki hayvansal malzemeleri silah imalinde kullanmalarına fırsat vermiştir. Atın ilk defa Orta Asya'da evcilleştirilmiş olması ve göçebe kültürlerde savunma ve saldırıda, savaş taktiklerinin geliştirilmesinde ata dayalı bir hareket planlaması, kompozit yayın geliştirilmesinde bir etken olmuştur. Göçebe kültürlerde her zaman bulunabilen malzemeler olan boynuz, tendon ve deriden elde edilen tutkalın özellikleri keşfedilmiş ve kompozit yaylarda erken dönemlerden itibaren kullanılmaya başlamıştır. İlk kompozit yay örneklerinin göçebe toplum olan İskitler'e (Sakalar) kadar dayandırılması tesadüf değildir. Yayın, tarihi süreç içerisindeki gelişiminde eş zamanlı çakışmaların olması muhtemeldir. İnsanların basit ahşap yayların kırılabilirliğini önlemek ve atış gücünü artırmak için başka malzemelerle desteklemeleri zorunluydu. Ayrıca basit yayların yapımında kullanılan esnek yapılı

ağaçların her yerde bulunmaması da bir handıktı. Bu bakımdan ilk kompozit yayların, basit yayların kırılabilirliği azaltmak için sırt kısımlarına döşenen bitkisel liflerden oluşması muhtemeldir. Daha sonraları ise uzun basit yayların çekiş güçlerinde azalma olmadan, baş kısımlarının ters bükümlü yapıları halinde boylarının kısaltılabileceği ve daha kısa yaydan daha fazla çekiş gücü elde edilebildiği keşfedilmiş olması muhtemeldir. Yine de at üzerinde kullanım için uzun olan bu yayların daha kısa yapılabilmesi için, kırılması güç bir malzeme ile desteklenme gereği ortaya çıkmıştır. Bu aşamadaki en iyi malzemenin, sıkışmaya çok mukavim, esnek ve kolay kırılmayan, işlemesi kolay hayvan boynuzları olduğu fark edilmiştir. Birbiriyle uyumlu dört malzemenin bir araya gelmesiyle imal edilebilecek olan kompozit yayın gelişimi muhtemelen bu silsile ile gerçekleşmiş olmalıdır. Şüphesiz kompozit yay yapımını mümkün kılan en önemli gelişme hayvan derilerinden elde edilen tutkalların icadı olmuştur. M.Ö. 3000 yıllarında gerek deri, gerek balık tutkallarının imali ve ticaretinin yapılması bu tezi desteklemektedir.

Kaynaklar

- Asbell, G.F., Baker, T., Comstock, P., Grayson, B., Hamm, J., Herrin, A., Massey, J., Parker, G., 1993. The Traditional Bowyer's Bible, Volume two. The Lyon S Pres S Guilford, Connecticut, Canada.
- Aydoğan, M., 2005. Antik Çağdan Küreselleşmeye Yönetim Gelenekleri ve Türkler, 1. Cilt. 4. Baskı Umay Yayınları, Tıbyan Matbaacılık, Alsancak, İzmir.
- Belis, A.M. ve Colburn, H. P., 2020. An Urartian Belt in the J. Paul Getty Museum and the Origins of the Parthian Shot. Alexis M. Belis and Henry P. Colburn. Getty Research Journal, 12:195–204.
- Bergman, C. A., 1993. The Development of the Bow in Western Europe: A Technological and Functional Perspective. – Hunting and Animal Exploitation in the Later Palaeolithic and Mesolithic of Eurasia. Archaeological Papers of the American Anthropological Association 4, edited by Gail Larsen Peterkin, Harvey M. Bricker and Paul Mellars. Washington, DC: American Anthropological Association, 95–105.

- Bowyer, E., 2017. Bow Designs on Ancient Greek Vases. University of California, Los Angeles Classical Civilizations Class of 2017.
- Bozdemir, M., 1982. Türk Ordusunun Tarihsel Kaynakları. Ankara Üniversitesi Siyasal Bilimler Fakültesi Yayınları, Ankara.
- Bradford, A. S., 2001. With Arrow, Sword, and Spear. A History of Warfare in the Ancient World. Praeger Publishers, Greenwood Publishing Group, Inc. America.
- Brion, M., 2018. Hunların Hayatı. Çeviren: M. Reşat Uzman, Ötüken Neşriyat; 3. Basım, Beyoğlu İstanbul.
- Brockmann, W., Geib, P. L., Klingens, J., Schröder, B., 2009. Adhesive Bonding Materials, Applications and Technology. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim (Çeviri, Mikhail, B.).
- Bryce, T., 2007. Hittite Warrior. Opsrey Publishing. Pp 70. New York USA.
- Buttery, A., 1974. Armies and Enemies of Ancient Egypt and Assyria. A war games research group publication, UK.
- Camera, A., 2010. Shooting the Stickbow A Practical Approach to Classical Archery. Virtualbookworm.com Publishing Inc. United States of America pp 436.
- Cernenko, E., Mc Bride, A., Gorelik, M. V., 1983. The Scythians 700-300 BC, Men-Art Arm Series. Osprey Publishing Ltd.
- Ceylan, A., Kozbe, G., Polat, Y., Sivas, T., Sivas, S., Şahin, I., Topaloğlu, Y. 2020. Türkiye Demir Çağı Araştırmaları Üzerine Değerlendirmeler http://www.tayproject.org/downloads/DC_GK_etal.pdf (Erişim tarihi 21.02.2022).
- Clark, J. D., James L. P., Preston S. S., 1974. Interpretations of Prehistoric Technology from Ancient Egyptian and other Sources. Part I: Ancient Egyptian Bows and Arrows and their relevance for African Prehistory. In: Paléorient, 1974, vol. 2, no 2. pp. 323-388; doi:https://doi.org/10.3406/paleo.1974.1057.
- Conroy, T., 1934. Glue Handbook. Keystone Glue Company, Williamsport, Penn, Printed in the USA.
- Cunliffe, B., 2019. The Scythians, The Scythians Nomad Warriors of The Steppe. Oxford University Press, Glasgow Great Britain. Published in the United States of America by Oxford University Press. New York, NY 10016, United States of America.
- Çay, A. M., 2009. Tarih. Türk Tarihi ve Kültürü Tarihte Türk Devlet ve Beylikleri (Türkiye Dışı). T.C. Kültür Ve Turizm Bakanlığı Türkiye Kültür Portalı Projesi.
- David, S., 2009. The Encyclopedia of. from Ancient Egypt to Iraq. A Penguin Company Copyright, Dorling Kindersley Limited.
- Doğan, A. 2017. "Osmanlıda Kemankeşlik (Okçuluk) ve Ahilik Ritüelleri", Doktora Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı. Samsun.
- Draws, R., 1993. The End of the Bronze Age. Princeton: Princeton University Press.
- Durmuş, İ., 2007. İskitler. Analiz Basım Yayın. Kaynak Yayınları: 491. Galatasaray-İstanbul ISBN: 978-975-343-503-1.
- Durmuş, İ., 2008. İskitler (Sakalar). Genelkurmay Askerî Tarih ve Stratejik Etüt Başkanlığı Yayınları, Genelkurmay Basımevi Ankara.
- Durmuş, İ., 2019. "Eskiçağ Anadolu'sunda Türk İzlerine Dair Tespit ve Öneriler", OANNES – Uluslararası Eskiçağ Tarihi Araştırmaları Dergisi- International Journal of Ancient History, 1/2, Eylül / , 95 – 116.
- Eralp, T. N., 1993. Tarih Boyunca Türk Toplumunda Silâh Kavramı ve Osmanlı İmparatorluğunda Kullanılan Silâhlar. Atatürk Kültür, Dil Ve Tarih Yüksek Kurumu Atatürk Kültür Merkezi Yayını-Sayı: 68. Türk Tarih Kurumu Basımevi-Ankara.
- Ergürer, H., 2010. Urartu Kemerleri Üzerindeki İnsan Tasvirleri. Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2010 14 (2): 1-22.
- Eser, G., 2022. "Asr-ı Saadet'te Okçuluk", Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İslam Tarihi ve Sanatları Anabilim Dalı İslam Tarihi ve Sanatları Bilim Dalı, İstanbul.
- Genz, H., Mielke, D.P., 2011. Insights into Hittite History and Archaeology. Colloquia Antiqua 2 (Leuven, Belgium).
- Gorman, S. 2016. The Technological Development of the Bow and the Crossbow in the Later Middle Ages. Ph.D. Thesis, Trinity College Dublin.
- Göksu, E. 2013. Okla Yükselen Millet (Türklerde ok ve okçuluk). Okçular Vakfı yayınları. Alioğlu Matbaacılık Basım Yay. ve Kağ. San. Tic. Ltd. Şti. İstanbul.
- Grayson, C. E; French, M; O'Brien, M. J., 2007. Traditional archery from six continents. University of Missouri Press, Columbia, Missouri.
- Gumilev, L. N., 2005. Hunlar. Ruscadan Çeviren D. Ahsen Batur, Dördüncü Baskı.
- Gündüz, G., Yaman, B., Özden, S., Dönmez, S.C., 2013. Anatomy of wooden core of Ottoman composite archery bows", Sains Malaysiana 42(5): 547-552.
- Hamm, J. 2000. The Traditional Bowyer's Bible. Volume 2, The Lyons Press.
- Hinds, K. 2010. Scythians and Sarmatians. Marshall Cavendish Corporation Publisher: Michelle Bisson, Malaysia.
- URL1. https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/47257/mod_resource/content/0/%C4%B0kinci%20Ara%20D%C3%B6nem.pdf
- İkibeş, S., 2022. Savaş Tarihine Yön Veren Silah: Türk Kompozit Yay ve Tamamlayıcı Unsurları. Journal of Universal History Studies, 5 (1) , 32-50 . DOI: 10.38000/juhis.1122432.
- Judd Company, 1879. The Archery. New York: Oeange 245 :broadwat. 1879.
- Kani, M., 1836. Telhis-i Resailü'r- Rumat, s. 159-160, İstanbul (Matbaa-i Amire) 1263 (Çeviren, Yavuz, K., Canatar, M., 2010. Okçuluk Kitabı Telhis-i Resailat-ı Rumat). İstanbul Fetih Cemiyeti İstanbul.
- Karpowicz, A., 2008. Ottoman Turkish Bows: Manufacture and Design. Ottawa: Canada Cataloguing.
- Kavak, A., 2022. Bows Used as Symbols of Military Victory in the Neo-Assyrian Period Yeni Asur Döneminde Askeri Zafer Sembolü Olarak Kullanılan Yaylar. Sdu Faculty Of Arts And Sciences Journal Of Social Sciences,, No: 56, PP. 266-283.
- Klopsteg, P. E., 1934. Turkish Archery and the Composite Bow" Printed and Bound in Great Britain by Butler & Tanner Ltd, Frome and London,
- Klopsteg, P.E. 1987. Turkish Archery and the Composite Bow. Manchester: Simon Archery Foundation, The Manchester Museum.
- Knecht, H., 1997. Projectile Technology. Chapter 6 Sinew-Reinforced and Composite Bows Technology, Function, and Social

- Implications Christopher A. Bergman And Edward McEwen 143-160. Springer Science+Business Media, LLC
- Kooi, B. W., 1993. On the Mechanics of the Bow and Arrow. Groningen, The Netherlands PhD-thesis, Mathematisch Instituut, Rijksuniversiteit Groningen, The Netherlands.
- Kooi, B. W., 1994. "The Design of the Bow", Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 97(3): 1–27.
- Kooi, B. W. ve Bergman, C. A., 1997. An Approach to the Study of Ancient Archery using Mathematical Modelling. *Antiquity*, 71:(271) 124–134.
- Kozowyk, P. R. B., Van Gijn, A. L.; Langejans, G. H. J., 2020. Understanding preservation and identification biases of ancient adhesives through experimentation. *Archaeol Anthropol Sci* 12, 209. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01179-y>.
- Küçük, MA. 2018. "İslâm Öncesinden Sonrasına Türk Geleneğinde Bir Yaşam Stili: Okçuluk", *International Journal of Cultural and Social Studies (IntJCSS)* 4 (1) 178-191.
- Langejans, G., Aleo, A., Fajardo, S., Kozowyk, P. 2022. Archaeological Adhesives. In *Oxford Research Encyclopedia of Anthropology*. Oxford: Oxford University Press. Retrieved 23 March 2022. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190854584.013.198>
- Latham, J. D., ve Paterson, W. F., 1970. *Saracen Archery*. Latham Publisher: The Holland Press, London, ISBN: 0900470046.
- Lepola, M., 2015. Arctic Bowery – The Use Of Compression Wood in Bows in The Subarctic And Arctic Regions of Eurasia and America. Estonian Literary Museum, Estonian National Museum, University of Tartu ISSN 1736-6518 (print), ISSN 2228-0987 (online) 9 (1): 41–60
- Loades, M., 2016. *The Composite Bow*. Osprey Publishing Ltd. USA.
- Loew, R. A., 2013. *Archery Exploits of The Pharaohs*. Submitted to the faculty of The Archaeological Studies Program Department of Sociology and Archaeology. University of Wisconsin La Crosse.
- Mc. Pherson, J., Mc. Pherson, G., 1991. "Bulletin of Primitive Technology Official Publication of the Society of Primitive Technology". *The Society of Primitive Technology*, vol 1 no 2, 37-40,
- McLeod, W., 1970. *Composite Bows from the Tomb of Tutankhamun*. Oxford.
- Metin, T., 2014. Selçuklularda Okçuluğa Genel Bir Bakış. *Tarih Okulu Dergisi (TOD) Journal of History School (JOHS)* Mart 2014 March 2014 Yıl 7, Sayı XVII, ss. 131-153. Year 7, Issue XVII, pp. 131-153. DOI No: <http://dx.doi.org/10.14225/Joh457>
- Mikhail, B., 2009. *Adhesive Bonding Materials. Applications and Technology* WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim
- Mikhail, K. A., Kainov, S.Y., 2011. Finds of Structural Details of Composite Bows From Ancient Rus. *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae* 62 (2011) 229–244. 10.1556/AArch.62.2011.1.10
- Miller, R., McEwen, E., Bergman, C., 1986. *Experimental Approaches to Ancient near Eastern Archery* Author(s): World Archaeology, Vol. 18, No. 2.
- Morillo, S., Black, J., Lococo, P., 2009. *War in World History, Society, Technology, and War from Ancient Times to the Present*. McGraw-Hill, New York.
- Murdoch, J., 1890. A study of the Eskimo bows in the U.S. National Museum. From the Report of the Smithsonian Institution, 1883-'84, Part II, pages 307-316, and plates I-XII. Government Printing Office.
- Nathan, L., 2010., "The Ottoman Gunpowder Empire and the Composite Bow," *The Gettysburg Historical Journal: Vol. 9, Article 4*. <https://cupola.gettysburg.edu/ghj/vol9/iss1/4>
- Ögel, B., 1971. *Türk Mitolojisi (Kaynakları ve açıklamaları ile destanlar)* I. Cilt
- Parlak, S., 2020. "Türk yaylarında kullanılan ağaç türleri ve özellikleri", *Ağaç ve Orman*, 1(2) 25-34.
- Pizzi, A., Mittal, K. L., 2003. *Handbook of Adhesive Technology*. Taylor & Francis Group, LLC New York.
- Ragnar, I., 2002. The Two-Wood Bow, *Acta Borealia*, 19:1, 49-73, DOI: 10.1080/08003830215543
- Randall, K. C., 2016. "Origins and Comparative Performance of the Composite Bow". Phd. Thesis, University of South Africa 289.
- Reisinger, M., 2010. *New Evidence about Composite Bows and Their Arrows in Inner Asia. The Silk Road*. 8. 42-62.
- Simpson, J., Pankova, S. 2017. *Scythians: warriors of ancient Siberia. Scythians British Museum, Large print exhibition text Scythians Warriors of ancient Siberia. The Trustees of the British Museum/ Thames & Hudson, London.*
- Spalinger, A. J., 2005. *War in Ancient Egypt, The New Kingdom*. Blackwell Publishing.
- Tarhan, M. T., 2002. *Türkler, Ön Asya Dünyasında İlk Türkler: Kimmerler ve İskitler, Yeni Türkiye Yayınları, Cilt 1. 597-610, Ankara.*
- Vidal, J., 2010. *Studies on war in the ancient Near East Collected essays on military history-Ugarit-Verlag (2010)*
- Western, A. C. ve McLeod, W., 1995. *Woods Used in Egyptian Bows and Arrows: The Journal of Egyptian Archaeology*, 81: 77-94
- White, J., 2020. *Bows and Spears in Achaemenid Persia*. University of California Santa Barbara.
- Yadin, Y., 1963. *The Art of Warfare in Biblical Lands in the Light of Archaeological Discovery*. London: London Weidenfeld & Nicolson.
- Yönel, G. ve Türkmen, M. 2017. *Türk Kültür Yaşamında Okçuluk. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 5:55, 523-533.
- Yücel, Ü., 1999. *Türk Okçuluğu. Atatürk Kültür Merkezi Başkanlığı Yayınları, Ankara.*