

ZrO₂ (ZİRKONYA) KATKILI AA2024 ESASLI KOMPOZİTLERİN İŞLENMESİNDE ZrO₂ MİKTARININ KESME KUVVETLERİ VE YÜZEY PÜRÜZLÜLÜĞÜNE ETKİSİ

Muharrem Pul, Gültekin Uzun

UTIS

1.Giriş

- Alüminyum matrisli kompozitlerin içerisinde SiC, Al₂O₃, SiC₂, TiC, B₄C, MgO, TiB₂ gibi seramik karakterli parçacıklar takviye edilerek çeşitli amaçlar için kompozit malzemeler üretilmektedir. Son zamanlarda, Metal Matrisli Kompozitlerin (MMK) geliştirilmesi çalışmalarında, ZİRKONYA adı da verilen zirkonyumoksit (ZrO₂) takviye elemanı olarak kullanılmaya başlanmıştır.

1.Giriş

- ZrO₂ takviye malzemeleri arasında kolay ulaşılabilir malzemelerden biridir. Yüksek sıcaklıktaki dayanımının yanında, mükemmel mekanik ve aşınma özelliklerine sahiptir. Alüminyum alaşımları içerisine katılan ZrO₂ parçacıkları, ana malzemeye yüksek sıcaklıklarda büyük ölçüde mekanik ve aşınma dayanımı sağlamaktadır. Ayrıca son zamanlarda popüler olan ve özellikle tıbbi dental uygulamalarda yaygın olarak kullanılan ZrO₂ takviyeli kompozitler üzerine yapılan çalışmalar önem kazanmaktadır.

Literatürde ZrO_2 takviyeli alüminyum alaşımı matrisli çalışmaların yer aldığı görülmektedir. Ancak yapılan çalışmaların çok büyük bölümünde, elde edilen kompozit malzemelerin mikroyapı ve mekanik özellikleri incelenmiştir. Kompozit malzemelerin farklı endüstri sahalarında kullanılabilmelerinde önemli kriterlerden biride işlenebilme kabiliyetleridir.

MMK malzemelerin işlenmesinde kesme kuvvetleri incelendiğinde, esas kesme kuvveti (F_c) ön plana çıkmaktadır. Malzemelerin işlenebilirlik özelliklerine etki eden diğer önemli kriterlerden birisi de işlenen yüzeylerin yüzey kalitesidir. Yüzey kalitesinin asıl göstergesi ise yüzey pürüzlülüğüdür. Yüzey pürüzlülüğü ve Kesme kuvvetleri, temelde takım geometrisi ve kesme şartları gibi işleme parametrelerinin yanında malzemenin özelliklerine de bağlıdır.

Bu alışmada, AA2024 alaşımı içerisine %3, %6 ve % 12 olmak üzere üç farklı oranda ZrO₂ takviye malzemesi katılarak, vorteks (karıştırmalı döküm) yöntemiyle kompozit malzemeler üretilmiştir. Kompozitlerin mikroyapı incelemeleri yapıldıktan sonra tornalama yöntemiyle farklı parametreler kullanılarak işlenebilirlik deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sırasında kesici takıma etki eden kesme kuvvetleri ve işlenen yüzeylerdeki pürüzlülük değerleri ölçülerek elde edilen veriler değerlendirilmiştir.

2.Mateyal ve Yöntem

Kompozit malzemelerin üretiminde, matris malzemesi olarak külçe halinde AA2024 kalite alüminyum alaşımı, takviye elemanı olarak 105-149 mikron parçacık boyutunda ZrO₂ toz malzeme kullanılmıştır. Kompozitlerin üretimi vorteks yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 1'de üretilen kompozitlere ait karışım oranları verilmektedir.

NUMUNE	AA2024 %	ZrO ₂ %
1	98	2
2	96	4
3	92	8

Tablo 1: Kompozit karışım oranları

İlk olarak üç farklı takviye oranında üretilen kompozit numunelerden mikroyapı incelemesinde kullanılmak üzere gerekli ölçüdeki numunelerin yüzey hazırlama işlemi yapılmıştır. Mikroyapı incelemeleri için optik ve taramalı elektron mikroskopunda (SEM) farklı büyütmelerde görüntüler çekilmiştir.

- Deneylerde DCGT 11T308 takım geometrisine sahip kesici uçlar kullanılmıştır.

Deneyler 1,0 mm sabit kesme derinliğinde, üç farklı kesme hızı (180, 215, 250 m/dak) ve üç farklı ilerleme miktarı (0,1; 0,15; 0,2 mm/dev) kullanılarak kuru işleme şartlarında CNC torna tezgahında gerçekleştirilmiştir.

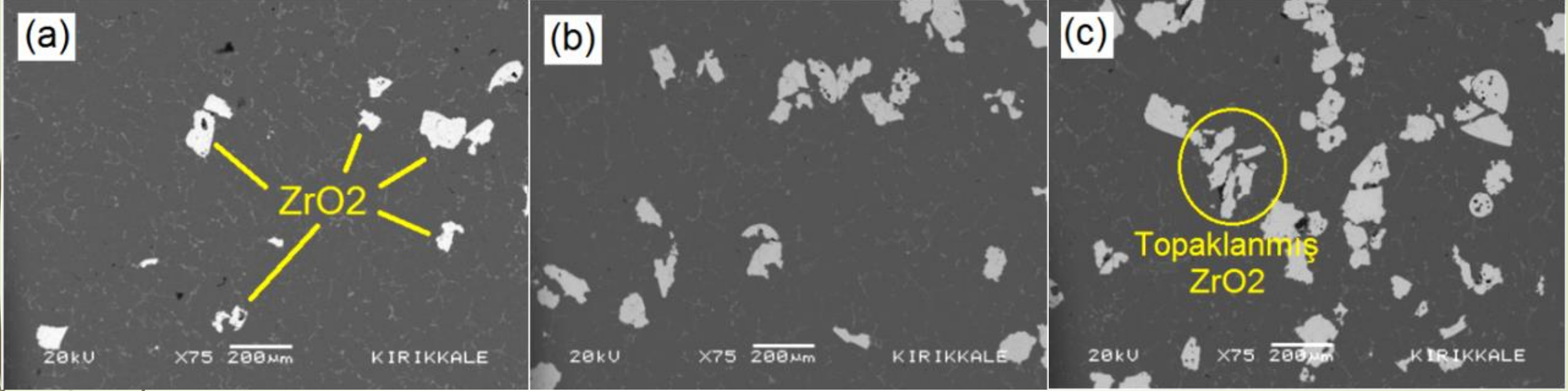
Deneyler sırasında kesme kuvvetlerinin ölçümünde; üç kesme kuvveti bileşenini (F_z , F_y ve F_x) aynı anda ölçme kapasitesine sahip KISTLER 9257B tipi dinamometre kullanılmıştır.

Yüzey pürüzlülük değerlerinin tespiti için, MahrMarSurf PS1 marka portatif tip cihazla yüzey pürüzlülük ölçümleri yapılmıştır.

3.Bulgular ve Tartışma

3.1 Mikroyapıların Değerlendirilmesi

- Karıştırmalı döküm yöntemine göre üç farklı ZrO₂ takviye oranında üretilen AA2024 kompozit malzemelerin yüzeylerinden alınan X75 büyütme SEM mikroskobu görüntüleri Şekil 1 'de verilmiştir.



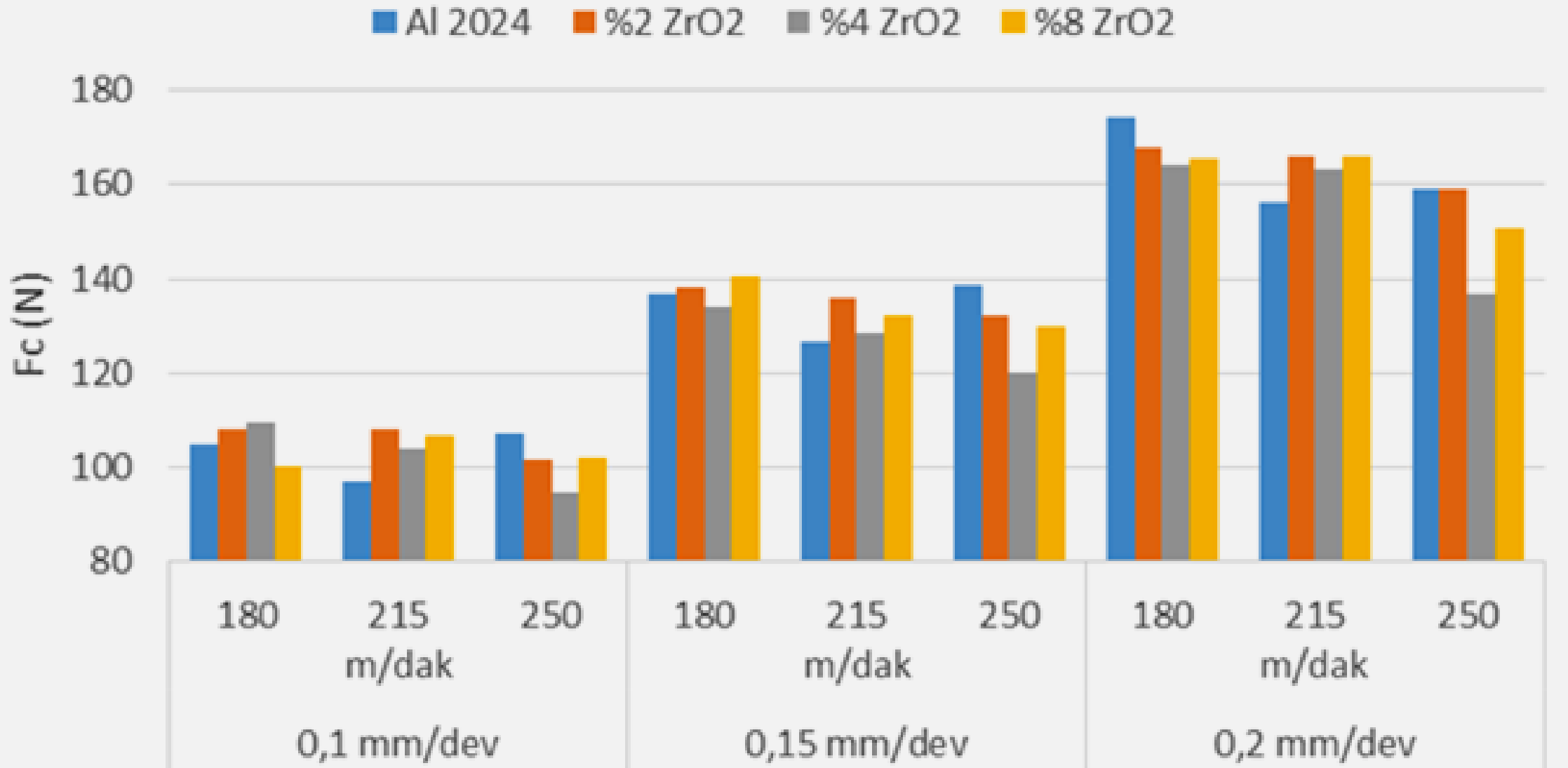
Şekil 1: (a)% 2, (b)% 4 ve (c)% 8 ZrO₂ takviyeli AA2024 matrisli kompozitlerin mikroyapıları

Şekil 1'deki SEM görüntülerine bakıldığında, ZrO_2 takviye elemanı parçacıklarının çok homojen olmayan düzensiz bir dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Takviye oranı artışıyla aynı zamanda takviye taneciklerinin topaklanma eğiliminde olduğu görünmektedir (Şekil 1c). Homojen olamayan takviye dağılımı ve topaklanması bu tür kompozit yapılarda çok sık rastlanılan bir sonuçtur ve literatürde yer almaktadır.

Homojen mikro yapı ve parçacık dağılımı elde etmede, vorteks metodu diğer sıvı faz kompozit üretim yöntemlerine göre dezavantajlıdır. Sıvı matris ile seramik esaslı takviye parçacıkları arasındaki yoğunluk farkları sebebiyle takviye parçacıkları, kolaylıkla pota içerisinde dibe çökme veya karıştırma sırasında sıvı metalde meydana gelen vorteksin tesiri ile bölgesel olarak bir araya gelerek topaklanma eğilimi sergilemektedir. Şekil 1c'de ZrO_2 parçacıklarınının topaklanmış bölgeleri görülmektedir. Topaklanma olayı ZrO_2 parçacık takviye oranının artmasıyla daha fazla kendini göstermektedir.

3.2 Kesme Kuvvetlerinin Değerlendirilmesi

İşlenebilirlik deneyleri sırasında kesici takıma tesir eden (F_c , F_f , F_r) kesme kuvvetleri dinamometre vasıtasıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Ancak bu çalışmada en önemli ve büyük kesme kuvveti bileşeni olan esas kesme kuvveti F_c dikkate alınarak Şekil 2'deki grafikler oluşturulmuştur. Bir arada görmek ve daha rahat değerlendirebilmek amacıyla, üç farklı ilerleme değeri ve üç farklı kesme hızı değerine göre üç farklı takviye oranındaki kompozit ve AA2024 ana malzemeye ait kesme kuvvetleri toplu olarak verilmiştir.



Şekil 2: ZrO₂ takviyeli kompozitlerde ilerleme değerleri ve kesme hızına bağlı olarak esas kesme kuvvetindeki değişimler

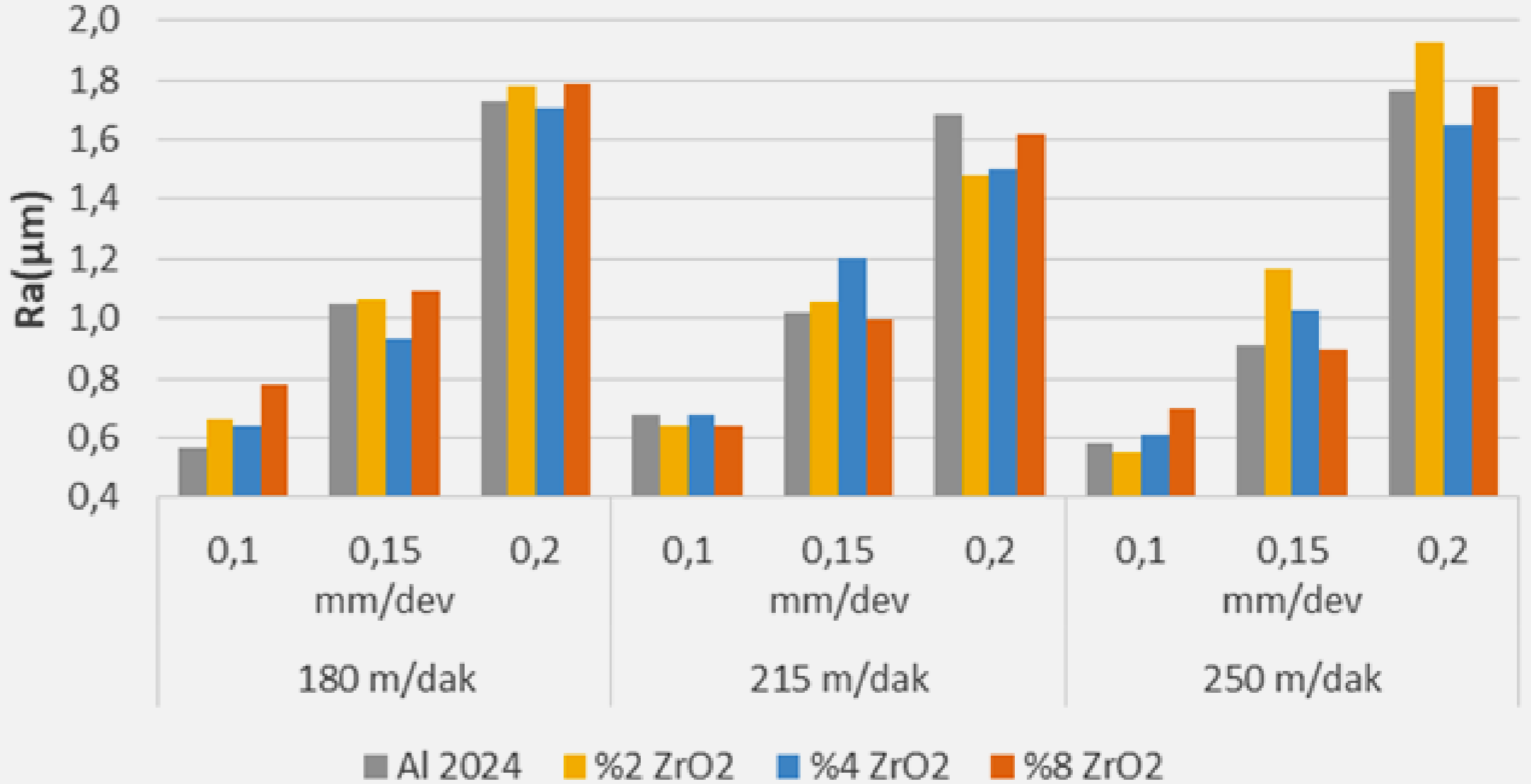
Şekil 2'deki grafiklere toplu olarak bakıldığında, kesme hızının artmasıyla kesme kuvvetlerinin düştüğü, ilerleme miktarı arttıkça kesme kuvvetlerinin de arttığı genel bir eğilim olarak görülmektedir. Bu durumu kesme hızının artmasıyla beraber kesme bölgesinde artan sıcaklığa bağlı olarak plastik deformasyonun ve ısıl yumuşama ile takım-talaş ara yüzeyinde sürtünmenin azalmasıyla talaş akışının kolaylaşmasına bağlı olarak açıklamak mümkündür. En düşük kesme kuvveti; % 4 ZrO₂ takviyeli kompozitte, 0,1 mm/dev ilerlemede, 250 m/dak kesme hızında 94 N olarak ölçülürken, en yüksek kesme kuvveti saf AA2024 malzemedede, 0,2 mm/dev ilerlemede, 180 m/dak kesme hızında 173 N olarak ölçülmüştür.

Grafikler incelendiğinde, bazı ilerleme değerleri ve kesme hızlarına ait kesme kuvvetlerinde düzensizlikler olduğu göze çarpmaktadır. Kesme kuvvetlerindeki bu düzensizlikleri kompozit yapı içerisinde homojen dağılmayan ZrO_2 takviye tanecikleriyle ilişkilendirmek mümkündür. İşlenebilirlik deneyleri esnasında kesici takım ucunun yer yer topaklanmış ZrO_2 taneciklerinin bulunduğu bölgelere rastlamasıyla veya ZrO_2 taneciklerinin seyrek olduğu AA2024 matrisin çok yoğun olduğu bölgeye rastlamasıyla açıklayabiliriz. Bu durumda kesici takıma etki eden kuvvetlerde istikrarsızlıklar olmakta ve ölçülen kesme kuvveti değerlerinde ani sapmalar görülebilmektedir.

Genel olarak en düşük kesme kuvvetleri % 4 ZrO₂ takviyeli kompozitin işlenmesinde elde edilmiştir. AA2024 matris malzemesi içerisine ilave edilen ZrO₂'in kaygan yapısının özelliğinden dolayı takım ucunun kesme sırasında malzeme yüzeyinde biraz daha rahat ilerlediği düşünülmektedir. Ayrıca, ZrO₂'in bu özelliğinin talaşın daha rahat koparak uzaklaşmasına da yardımcı olduğu söylenebilir. Ancak takviye oranının % 8'e çıkmasıyla kesme kuvvetleri tekrar yükselme eğilimi sergilemiştir. % 8 takviye oranında ZrO₂'in sert fazdaki yapısı etkisini göstermeye başlamıştır. Ancak yine de, % 2 ZrO₂ takviyeli numunelere göre kesme kuvveti değerleri düşük seyretmiştir.

3.2 Yüzey Pürüzlülüklerinin Değerlendirilmesi

AA2024 matrisli ve ZrO₂ takviyeli kompozitler üzerinde yapılan işleme deneyleri sırasında işlenen yüzeylerden ölçülen pürüzlülük değerleri Şekil 3'teki grafiklerde gösterilmiştir.



Şekil 3: ZrO₂ takviyeli kompozitlerde ilerleme değerleri ve kesme hızına bağlı olarak yüzey pürüzlülüklerindeki değişimler

Şekil 3'teki grafikler ortak değerlendirildiğinde ilk göze çarpan tüm işlenen numunelerde, artan ilerleme değeriyle birlikte genel olarak yüzey pürüzlülük değerlerinin de artmasıdır. Bu beklenen bir sonuçtur ve literatürde yer almaktadır. İlerleme miktarındaki artışlar ile yüzey pürüzlülük değerlerindeki artmalar orantılı seyretmiştir. Ancak grafiklerde bazı sıra dışı sapmaların da olduğu görülmektedir. Bunun en önemli nedeni önceden de ifade edilen, kompozit yapı içerisinde ZrO_2 takviye parçacıklarının homojen olmayan dağılımı ve mikroyapı görüntüsünde de görülen takviye parçacığı topaklanmalarıdır.

Metaller ve alaşımlarından farklı olarak bu tür parçacık takviyeli kompozitlerdeki sert fazların oranı, dağılımı ve biçimi ile birlikte kompozit yapıdaki gözeneklilik miktarı yüzey kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir. Ancak bu çalışmada ZrO₂ takviye elamanının kompozitlerin işlenmesindeki yüzey pürüzlülük değerlerine etkisi değerlendirildiğinde ilk göze çarpan, ZrO₂ takviye malzemesi parçacıklarının beklenen olumsuz etkiyi yapmamasıdır. Genel olarak bakıldığında tüm deneylerden elde edilen yüzey pürüzlülük değerlerinin ortalaması 1 mikron değerinin altındadır.

ZrO₂ takviyeli kompozit malzemeler dikkate alındığında, ölçülen en düşük pürüzlülük değeri 0,54 µm, en yüksek pürüzlülük değeri ise 1,92 µm'dur. Bu tür parçacık takviyeli kompozitlerde genellikle 0,5-2,0 mikron aralığındaki pürüzlülük değerlerinin kabul edilebilir seviyede olduğu dikkate alınır, işlenebilirlik deneyi sonuçlarının başarılı olduğu ifade edilebilir. %2, %4 ve % 8 ZrO₂ takviyeli kompozitlerde bir sonraki oran öncekinin iki katı olmasına rağmen, işlenen yüzeylerin yüzey pürüzlülük değerleri arasındaki farklar düşük kalmıştır. Takviye oranı artışı ile yüzey pürüzlülüğünde beklenen artışlar meydana gelmemiştir.

4. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Vorteks yöntemiyle elde edilen kompozit malzemeler içerisindeki ZrO_2 takviye parçacıklarının dağılımı çok homojen olmayıp, kompozit yapılarda yer yer takviye topaklanmasının olduğu bölgeler oluşmuştur.
- İşlenebilirlik deneylerinde; ilerleme miktarının artmasıyla tüm kompozit numunelerde yüzey pürüzlülük değerleri de artmış, kesme hızının artmasıyla yüzey pürüzlülük değerlerinde bir miktar azalma gözlenmiştir.

4. Sonuçlar

ZrO₂ takviye parçacıkları saf AA2024 matris malzemesiyle kıyaslandığında, hem kesme kuvvetleri hem de yüzey pürüzlülük değerlerini beklendiği gibi arttırmamıştır. Bu sonuca, ZrO₂'in yapısında bulunan kayganlık özelliğinin bir miktar katkı sağladığı düşünülmektedir.

İşlenebilirlik deneyleri sonucunda, kesme kuvvetleri ve yüzey pürüzlülük değerleri açısından en istikrarlı sonuçlar %4 ZrO₂ takviyeli kompozit malzemelerden elde edilmiştir.



TEŞEKKÜRLER

UTIS